115

С1-64

031

ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Альбом № 1
(в 2-х частях)

Часть 1

С1-64

1984

ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ С1-64

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Альбом № 1
(в 2-х частях)

Часть 1

1984

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение 7
2. Назначение 8
3. Технические данные 8
4. Состав изделия 15
5. Устройство и принцип работы 15
   5.1. Конструкция 15
   5.2. Принцип действия 17
   5.3. Описание электрической схемы прибора 22
   5.4. Назначение органов управления 54
6. Указания мер безопасности 58
7. Подготовка прибора к работе 59
   7.1. Общие положения 59
   7.2. Подготовка к измерениям 60
8. Порядок работы 76
9. Измерение параметров, регулирование и настройка 82
   9.1. Проведение измерений 82
   9.2. Регулировка и настройка 101
10. Поверка осциллографа 115
   10.1. Операции и средства поверки 115
   10.2. Условия проведения поверки и подготовка к ней . . . 117
   10.3. Проведение поверки 117
   10.4. Оформление результатов поверки 128
11. Характерные неисправности и методы их устранения . . . 129
   11.1. Общие указания 129
   11.2. Краткий перечень возможных неисправностей 132
12. Техническое обслуживание 138
   12.1. Общие указания 138
   12.2. Визуальный осмотр 138
   12.3. Внутренняя и внешняя чистка 138
   12.4. Смазка прибора 139
13. Правила хранения 139
   13.1. Кратковременное хранение 139
   13.2. Длительное хранение 139
   13.3. Консервация прибора 140
   13.4. Расконсервация прибора 141
14. Транспортирование 142
   14.1. Тара, упаковка и маркировка упаковки 142
   14.2. Условия транспортирования 143
   Приложения 143
   Карты напряжений 145
   Карты импульсных напряжений 155
   Данные трансформаторов и индуктивностей 179
   Рисунки расположения органов управления и основных элементов 189
   Технические характеристики ЭЛТ 11Л01И 198
   Перечень принятых сокращений и условных обозначений . . 199

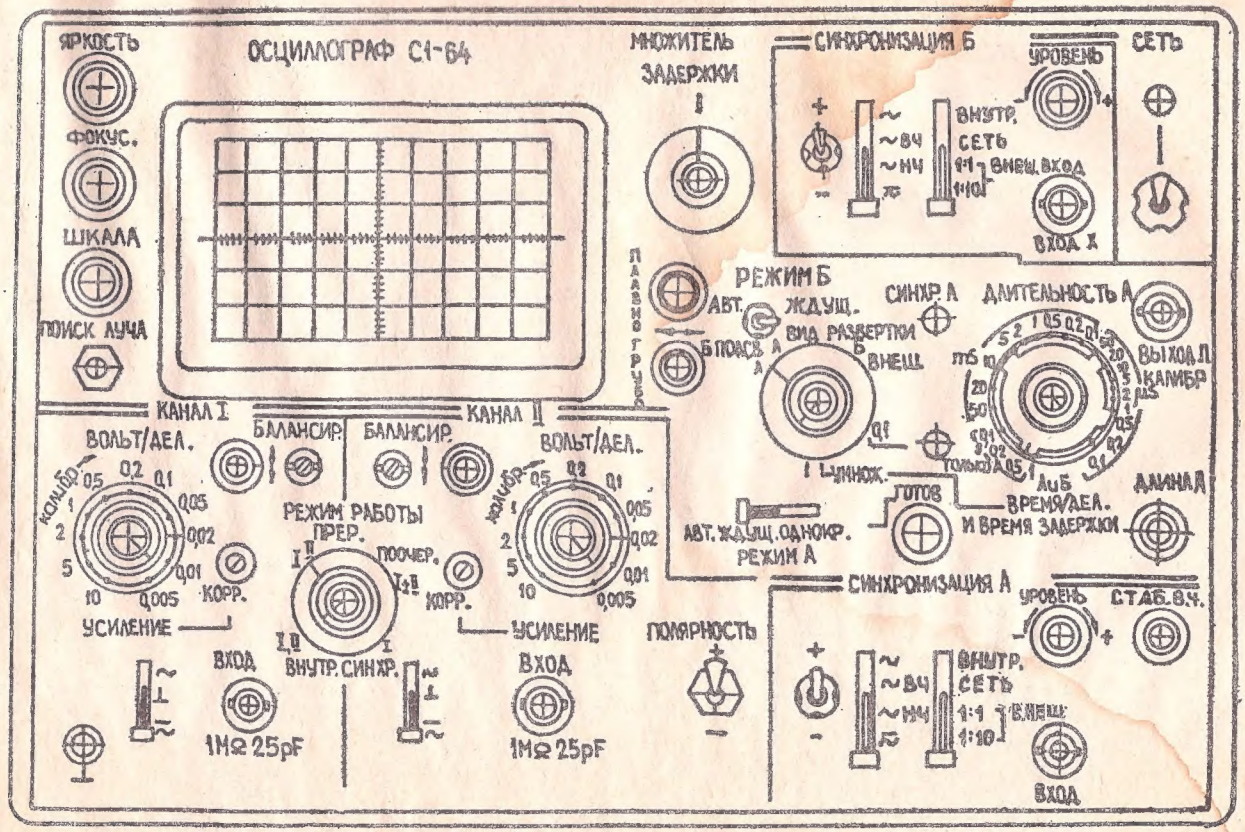


Рис. 1. Передняя панель прибора.

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее техническое описание и инструкция по эксплуатации предназначена для ознакомления лиц, эксплуатирующих прибор, с устройством и принципом работы, основными правилами эксплуатации, обслуживания, простейшего ремонта и транспортирования прибора.

Осциллограф универсальный С1-64 является сложным современным электронным устройством, обеспечивающим сравнительно высокую точность измерений и удобство в работе. Благодаря применению полупроводниковых приборов осциллограф имеет небольшие габариты и малое потребление электроэнергии.

Безотказная работа прибора обеспечивается регулярным техническим обслуживанием. Виды и периодичность работ по техническому обслуживанию изложены в разделе 12.

Настройка и регулировка осциллографа производились при помощи разнообразных точных приборов, поэтому следует избегать всяких перерегулировок внутри прибора.

Ремонт прибора должен производиться только лицами, имеющими специальную подготовку, ознакомленными с устройством и принципами работы данного прибора, в условиях специально оборудованных мастерских. В приборе есть напряжения, опасные для жизни, поэтому перед вскрытием и ремонтом прибора следует обязательно ознакомиться с указаниями мер безопасности, изложенными в разделе 6.

Для исключения возможности механических повреждений прибора, нарушения целостности гальванических и лакокрасочных покрытий, следует соблюдать правила хранения и транспортирования прибора, изложенные в разделах 13 и 14.

При эксплуатации прибора в условиях тропического климата рекомендуется эксплуатировать его в помещении с кондиционированием воздуха.

Во влажном тропическом климате, при эксплуатации в комнатных условиях без кондиционирования воздуха, необходимо предварительное дополнительное включение прибора на время не менее двух часов с целью прогрева.

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

ВНИМАНИЕ!

Установка счетчика времени ЭСВ-2,5-12,6/0 позиции ИП1 производится только по особому указанию.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Малогабаритный широкополосный двухканальный полупроводниковый осциллограф универсальный С1-64 предназначен для визуального наблюдения и исследования непрерывных, импульсных и однократных электрических процессов путем:

— измерения амплитуды импульсных сигналов с длительностью от 40 нс до 10 с;

— измерения амплитуды синусоидальных сигналов в диапазоне частот от постоянного тока до 50 МГц;

— измерения временных параметров от 40 нс до 10 с;

— измерения размаха исследуемых сигналов от 10 мВ до 60 В, а с выносным делителем от 100 мВ до 200 В;

— одновременного изображения двух исследуемых сигналов на одной развертке;

— детального исследования любой части сложного сигнала при помощи задержанной развертки.

По точности воспроизведения формы сигнала, точности измерения временных интервалов осциллограф соответствует III классу ГОСТ 22737-77.

Рабочие условия эксплуатации прибора:

— температура окружающей среды от минус 5°С до +50°С при относительной влажности (65±15) %;

— максимальная влажность до 95% при температуре (+30±2)°С;

— атмосферное давление (750±30) мм. рт. ст.

Предельные (нерабочие) температуры от минус 50 до +60°С.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1 Рабочая часть экрана осциллографа составляет по вертикали 48 мм (6 делений) и по горизонтали 80 мм (10 делений).

3.2. Ширина линии луча не более 0,8 мм.

3.3. Минимальная частота следования развертки, при которой обеспечивается наблюдение и измерение предельно-быстрого исследуемого сигнала составляет 200 Гц.

3.4. Основная погрешность измерения напряжения не более ±5% при измеряемом размере изображения от 4 до 6 делений

и ±6% при измеряемом размере изображения от 2 до 4 делений.

Погрешность измерения напряжения для прибора с делителем 1:10 И22.727.048 Сп не более ±7% при измеряемом размере изображения от 4 до 6 делений и ±8% при измеряемом размере изображения от 2 до 4 делений.

Погрешность измерения напряжения в рабочих условиях эксплуатации не более ±7,5% при измеряемом размере изображения от 4 до 6 делений и ±10% при измеряемом размере изображения от 2 до 4 делений.

Минимальный размер изображения сигнала, при котором обеспечивается класс точности прибора не более 2 делений (16 мм).

3.5. Минимальный коэффициент отклонения при последовательном включении каналов I и II не более 1 мВ/дел.

Коэффициенты отклонения плавно регулируются с перекрытием не менее чем в 2,5 раза.

3.6. Время нарастания переходной характеристики каналов I и II не более:

— 9 нс при коэффициенте отклонения 0,005 В/дел;

— 8 нс при коэффициентах отклонения 0,01 В/дел, 2 В/дел, 5 В/дел, 10 В/дел;

— 7 нс при остальных коэффициентах отклонения;

для прибора с делителем 1:10 И22.727.048 Сп:

— 10,5 нс в положении «0,005» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ»;

— 9,5 нс в положениях «0,01», «2», «5», «10» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ».

— 8,5 нс в остальных положениях переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ».

Время нарастания переходной характеристики в режиме суммирования не более 9 нс.

3.7. Выброс на переходной характеристике в каналах I и II не более:

— 5% во всех положениях переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ»;

— 8% с выносным делителем 1:10 И22.727.048 Сп.

3.8. Неравномерность вершины переходной характеристики каналов I и II после времени установления переходной характеристики равного 40 нс не более ±3%.

3.9. Время установления переходной характеристики тракта вертикального отклонения не более 40 нс.

3.10. Параметры входов:

Для усилителей вертикального отклонения каналов I и II при открытом входе: входное активное сопротивление (1±0,02) МОм с входной емкостью (25±2,5) пФ;

входное активное сопротивление с выносным делителем 1:10 И22.727.048 Сп (10±1) МОм с входной ёмкостью не более 12 пФ.

Для усилителя горизонтального отклонения: входное активное сопротивление (1±0,02) МОм с входной ёмкостью (25±2,5) пФ, когда используется вход канала 1; входное активное сопротивление (1±0,2) МОм с входной ёмкостью не более 35 пФ, когда используется гнездо «ВХОД Х».

Для входов внешней синхронизации А и Б; для входа 1:1 — входное активное сопротивление (1±0,2) МОм с входной ёмкостью не более 35 пФ; для входа 1:10 — входное активное сопротивление (1±0,2) МОм с входной ёмкостью не более 25 пФ.

Для входа «Z» — входное активное сопротивление (47±9,4) кОм с входной ёмкостью не более 120 пФ.

3.11. Допускаемое суммарное значение постоянного и переменного напряжений при закрытых входах («~») каналов I и II усилителей вертикального отклонения не должно превышать 150 В, а с делителем 1:10 И22.727.048 Сп — 200 В.

3.12. Пределы перемещения луча по вертикали для каждого канала составляют не менее двух значений номинального вертикального отклонения.

3.13. Основная погрешность измерения временных интервалов в диапазоне от 40 нс до 10 с при измеряемом размере изображения от 4 до 10 делений рабочей части развертки не более ±5%.

Погрешность измерения временных интервалов в рабочих условиях эксплуатации не более ±7,5%.

Минимальный размер изображения сигнала, при котором обеспечивается класс точности прибора, не более 4 дел. (32 мм).

Примечания:

1. При использовании множителя развертки длительность калиброванных разверток А и Б умножается на 0,1.
2. Рабочей частью развертки является участок длиной 80 мм от её начала, за исключением начального участка длительностью 40 нс.
3. Длительность развертки А 0,2; 0,5; 1 с/дел являются обзорными.
4. Допускается отсутствие развертки Б на экране ЭЛТ в положениях шкалы «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» от отметки «0» до «0,40».

3.14. Коэффициенты разверток А и Б плавно регулируются с перекрытием не менее чем в 2,5 раза.

3.15. Пределы перемещения луча по горизонтали обеспечивают совмещение начала и конца рабочей части линии развертки с центром экрана.

3.16. Внутренняя синхронизация разверток А и Б в одноканальном режиме осуществляется:

синусоидальными сигналами в положениях:

— «~» — в диапазоне частот от 30 Гц до 10 МГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 4 мм (0,5 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.); в диапазоне частот от 10 МГц до 50 МГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 8 мм (1 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел);

— «~ ВЧ» — в диапазоне частот от 30 кГц до 10 МГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 4 мм (0,5 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.), в диапазоне частот от 10 МГц до 50 МГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 8 мм (1 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.);

— «~ НЧ» — в диапазоне частот от 30 Гц до 30 кГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 4 мм (0,5 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.);

— «≈» — в диапазоне частот от 3 Гц до 10 МГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 4 мм (0,5 дел) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.), в диапазоне частот от 10 МГц до 50 МГц при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 8 мм (1 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.);

— сигналом питающей сети 50 Гц и 400 Гц;

— импульсными сигналами обеих полярностей длительностью от 10 нс и более при предельных уровнях изображения от минимальной величины сигнала не более 4 мм (0,5 дел.) до максимальной не менее 48 мм (6 дел.). В двухканальном режиме требования к внутренней синхронизации такие же, как и в одноканальном, за следующими исключениями:

— в режиме «ПРЕР.» синхронизация осуществляется только в положении «1» переключателя «ВНУТР. СИНХР.»;

— в режиме «ПООЧЕР.» синхронизация должна быть устойчивой в положении «1» при исследовании синхронных сигналов.

Нестабильность запуска развертки не превышает 0,5 мм.

В диапазоне частот от 30 Гц до 50 МГц при синхронизации развертки А загорается лампочка «СИНХР.А».

3.17. Внешняя синхронизация разверток А и Б осуществляется синусоидальными сигналами в диапазоне частот от 3 Гц до 10 МГц с амплитудой от 0,1 В до 5 В, в диапазоне частот от 10 МГц до 50 МГц с амплитудой от 0,25 В до 5 В, а также импульсными сигналами с длительностями от 10 нс и более с амплитудой от 0,2 В до 5 В.

Нестабильность запуска развертки не правышает 0,5 мм.

Диапазон частот внешней синхронизации в различных положениях переключателя выбора режима запуска аналогичен приведенному в п. 3.16.

3.18. Тракт вертикального отклонения обеспечивает следующие режимы работы:

канал I;

канал II;

прерывисто;

поочередно;

алгебраическое сложение (I±II)

3.19. Нелинейность отклонения усилителей каналов I и II не превышает 10%.

3.20. Искажения по постоянному току усилителей каналов I и II не более ±3%.

3.21. Спад вершины установившегося значения переходной характеристики при закрытом входе каналов I и II не превышает 10% для импульса длительностью 10 мс.

3.22. Параметры, определяющие нестабильность положения луча:

долговременный дрейф нулевой линии усилителей канала I и канала II в течение 1 часа работы после времени установления рабочего режима (15 мин) не превышает 2 делений (16 мм);

кратковременный дрейф нулевой линии усилителей канала I и канала II за любую 1 минуту в течение 1 часа не превышает 0,2 деления (1,6 мм) после времени установления рабочего режима (15 мин).

Смещение луча при изменении напряжения питающей сети не более 0,2 деления (1,6 мм).

3.23. Смещение луча из-за входного тока усилителей каналов I и II не более 1,5 деления (12 мм).

3.24. Периодические и случайные отклонения усилителей каналов I и II не более 2%.

3.25. Смещение луча по вертикали при изменении полярности исследуемого сигнала в канале II не превышает 1-го деления в центре экрана.

3.26. Коэффициент развязки между каналами I и II не менее 15000 на частоте 20 МГц и 5000 — на частоте 50 МГц.

3.27. Разность фаз между каналами вертикального и горизонтального отклонения (режим Х-У) в полосе частот от 0 до 50 кГц не более 3°.

3.28. Коэффициент ослабления синфазных сигналов не менее 10 на частоте 20 МГц.

3.29. Задержка изображения сигнала в тракте вертикаль-

ного отклонения обеспечивает просмотр фронта исследуемого сигнала на рабочей части развертки.

3.30. Канал горизонтального отклонения обеспечивает следующие режимы работы:

А — развертка А;

Б — ПОДСВ. А — развертка Б подсвечивает развертку А;

Б — развертка Б;

ВНЕШ. — внешний вход Х.

3.31. Нелинейность разверток А и Б в пределах рабочего участка развертки не превышает 10%.

3.32. В режиме «ОДНОКР.» осуществляется однократный запуск развертки А.

3.33. Регулировка ручкой «ДЛИНА А» изменяет длину развертки А не менее, чем в 2 раза.

3.34. Коэффициент отклонения усилителя горизонтального отклонения должен быть:

от 0,005 В/дел. до 10 В/дел в режиме Х=У;

не более 0,3 В/дел в положении «ВНЕШ.1:1» синхронизации Б и не более 3В/дел. в положении «ВНЕШ.1:10» синхронизации Б.

3.35. Полоса пропускания канала горизонтального отклонения должна быть от постоянного тока до 5 МГц.

3.36. Геометрические искажения не превышают 3%.

3.37. Погрешность ортогональности не превышает 1°.

3.38. Модуляция луча по яркости обеспечивается при подаче на гнездо «ВХОД Z» сигналов в диапазоне частот от 1 Гц до 50 МГц с амплитудой минимальной величины, не более 5В до максимальной, не менее 8В.

3.39. Внутренний источник калиброванного напряжения генерирует П-образные импульсы с периодом 1 мсек и амплитудой 0,1 В и 1 В.

Погрешность установки амплитуды и периода импульсов калибратора в нормальных условиях не превышает ±1%, а в интервале рабочих условий от минус 5 до +50°С не превышает +1,5%.

Асимметрия импульсов не превышает ±20%.

3.40. Осциллограф обеспечивает регулируемую задержку развертки Б по отношению к развертке А от 1 мкс до 10 с.

Регулировка (изменение) задержки в указанных пределах осуществляется с погрешностью не более ±2%. Кратковременная нестабильность задержки не превышает (0,05% +2 нс).

3.41. Максимальная амплитуда исследуемого сигнала не должна превышать:

на входе каналов I и II вертикального отклонения — 60 В (амплитуда синусоидального напряжения 30 В) в крайних правых положениях ручек «УСИЛЕНИЕ» и 150 В (амплитуда

синусоидального напряжения 75 В) в крайних левых положениях ручек «УСИЛЕНИЕ»;

с делителем 1:10 И22.727.048 — 200 В.

3.42. Параметры выходных сигналов на гнездах боковой панели прибора: «ВЫХОД ⊓ А» и «ВЫХОД ⊓ Б»;

прямоугольный импульс положительной полярности амплитудой 10±2 В;

время нарастания не более 0,5 мкс;

«ВЫХОД 1 КАН.»:

величина сигнала не менее, чем в 1,2 раза превышает сигнал на входе канала 1 при положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «0,02».

3.43. При нажатии кнопки «ПОИСК ЛУЧА» изображение сигнала должно появиться в пределах рабочей части экрана.

3.44. Выносной делитель 1:10 И22.727.048 Сп должен обладать коэффициентом деления 1:10 с погрешностью деления не более ±10%.

3.45. Прибор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм, установленных техническими условиями по истечении времени установления рабочего режима, равного 15 мин.

3.46. Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных технических условий при питании его от сети переменного тока напряжением (220±22) В, частотой (50±0,5) Гц или напряжением (115±5,75) В, (220±11) В, частотой (400±12) Гц и содержанием гармоник до 5%.

3.47. Мощность, потребляемая прибором от сети при номинальном напряжении, не превышает 150 ВА.

3.48. Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение времени не менее 8 ч.

3.49. Акустические шумы, создаваемые прибором, не превышают 60 дБ на расстоянии 1 метра от прибора.

3.50. Габаритные размеры прибора 354×242×509 мм.

Габаритные размеры укладочного ящика 524×301×628 мм.

Габаритные размеры транспортной тары с укладочным ящиком 629×442×771 мм.

Габаритные размеры транспортной тары с картонной коробкой 494×415×838 мм.

3.51. Масса прибора не превышает 19 кг, масса прибора с укладочным ящиком не превышает 40 кг; масса прибора с транспортной тарой не более 60 кг.

3.52. Наработка прибора на отказ не менее 1750 ч.

3.53. Средний срок службы прибора 7 лет.

Средний ресурс 7000 ч.

4. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Состав прибора приведен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
Осциллограф универсальный С1-64	И22.044.040 Сп	1	
Делитель 1 : 10	И22.727.048 Сп	2	
Кабель соединительный	ЕЭ4.850.163 Сп	2	
Кабель	И24.850.086 Сп	2	
Кабель	И24.850.088 Сп	2	
Переход	И22.236.006 Сп	1	
Провод соединительный	И24.860.008 Сп	2	
Кабель	И24.850.218 Сп	1	
Шнур питания	ЯП4.860.010 Сп	1	
Щуп	И24.266.000 Сп	2	
Зажим	ЯП4.835.007 Сп	4	
Светофильтр	И23.900.003 Сп	1	
Тубус	И28.647.007	1	
Переход СР-50-95 ФВ		2	
Переход СР-50-75 ФВ		1	
Вставка плавкая ВП1-1-2А 250 В		4	
Лампа СМН9-60-2		4	
Каркас	И27.804.053	1	для тубуса

5. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

5. 1. Конструкция

Конструкция осциллографа универсального предусматривает использование прибора в настольном варианте.

Специальная П-образная ручка переноса одновременно служит подставкой для изменения угла наклона прибора относительно оператора. Ручка крепится к боковым стенкам при помощи специальных устройств-фиксаторов, которые обеспечивают 7 фиксированных положений (через каждые 45°).

Для установки ручки в требуемое положение необходимо нажать одновременно с двух сторон (к корпусу) на фиксаторы ручки и повернуть ее в нужном направлении.

Конструкция неразъемного каркаса прибора представляет собой переднюю и заднюю несущие рамки, выполненные литьем из алюминиевых сплавов, соединенные между собой двумя стяжками из профильного алюминиевого проката.

В местах соединения рам со стяжками устанавливаются косынки, придающие дополнительную жесткость соединению.

Сверху и снизу каркас закрывается легкосъемными крышками, с передней стороны — панелью, с задней стороны — задней стенкой.

Для поддерживания необходимого теплового режима на задней стенке прибора размещен вентилятор вытяжного действия, а в крышках прибора имеются перфорационные отверстия.

Верхняя и нижняя крышки крепятся при помощи двух специальных зажимов, расположенных на стяжках. Конструкция замков обеспечивает надежное крепление, быстроту съема и установки крышек, а также пломбирование прибора.

Корпус имеет 4 опорные ножки-амортизаторы, которые крепятся к нижней крышке.

Для установки в вертикальном положении (при переносе) предусмотрены 4 ножки-подставки.

Дополнительную жесткость каркасу придают поперечные и продольные стенки.

На передней панели прибора расположены:

— экран электроннолучевой трубки с обрамлением;

— органы управления и присоединения, снабженные соответствующими надписями.

Часть органов управления и присоединения расположены в специальной коробке на боковой панели прибора.

На задней стенке расположены мощные транзисторы блока питания, гнезда «ВХОД Z», разъем для подключения питающей сети, предохранители, тумблер переключения сети.

Электромонтаж прибора выполнен на печатных платах, за исключением крупногабаритных элементов, расположенных на шасси, средней и продольных стенках.

Для устранения магнитных наводок электронно-лучевая трубка помещена в пермаллоевый экран.

Высоковольтный преобразователь заключен в экран и закрыт крышкой с предупредительной надписью.

Предусилитель блока вертикального отклонения выполнен в виде съемного блока, крепящегося к передней панели, средней стенке и стяжке.

Во избежание взаимных влияний канала вертикального усиления и схемы развертки, они разделены экраном, который одновременно служит конструктивным элементом.

Гибкая симметричная линия задержки расположена под ЭЛТ на специальном кронштейне. Концы ее закреплены в непосредственной близости от мест распайки.

5. 2. Принцип действия

Универсальный осциллограф С1-64 предназначен для одновременного исследования формы двух электрических сигналов путем визуального наблюдения и измерения их временных и амплитудных значений.

Структурная схема прибора содержит следующие узлы (рис. 1а):

— осциллографический индикатор — электроннолучевая трубка (ЭЛТ);
— входной аттенюатор канала I;
— предусилитель канала I;
— входной аттенюатор канала II;
— предусилитель канала II;
— диодный коммутатор;
— усилитель вертикального отклонения с линией задержки;
— коммутирующий мультивибратор;
— предусилитель синхронизации;
— схема синхронизации А;
— схема развертки А;
— усилитель подсвета А;
— схема однократного запуска развертки А;
— схема синхронизации Б;
— схема развертки Б;
— усилитель подсвета Б;
— компаратор задержки;
— усилитель горизонтального отклонения;
— усилитель «Z»;
— схема питания ЭЛТ;
— блок питания;
— калибратор амплитуды и длительности.

Для измерения амплитуд принят метод отсчета по градуированной шкале на экране ЭЛТ. Для измерения временных интервалов можно использовать два метода: измерение временных интервалов по калиброванной длине развертки и измерение временных интервалов при помощи калиброванной задержки развертки.

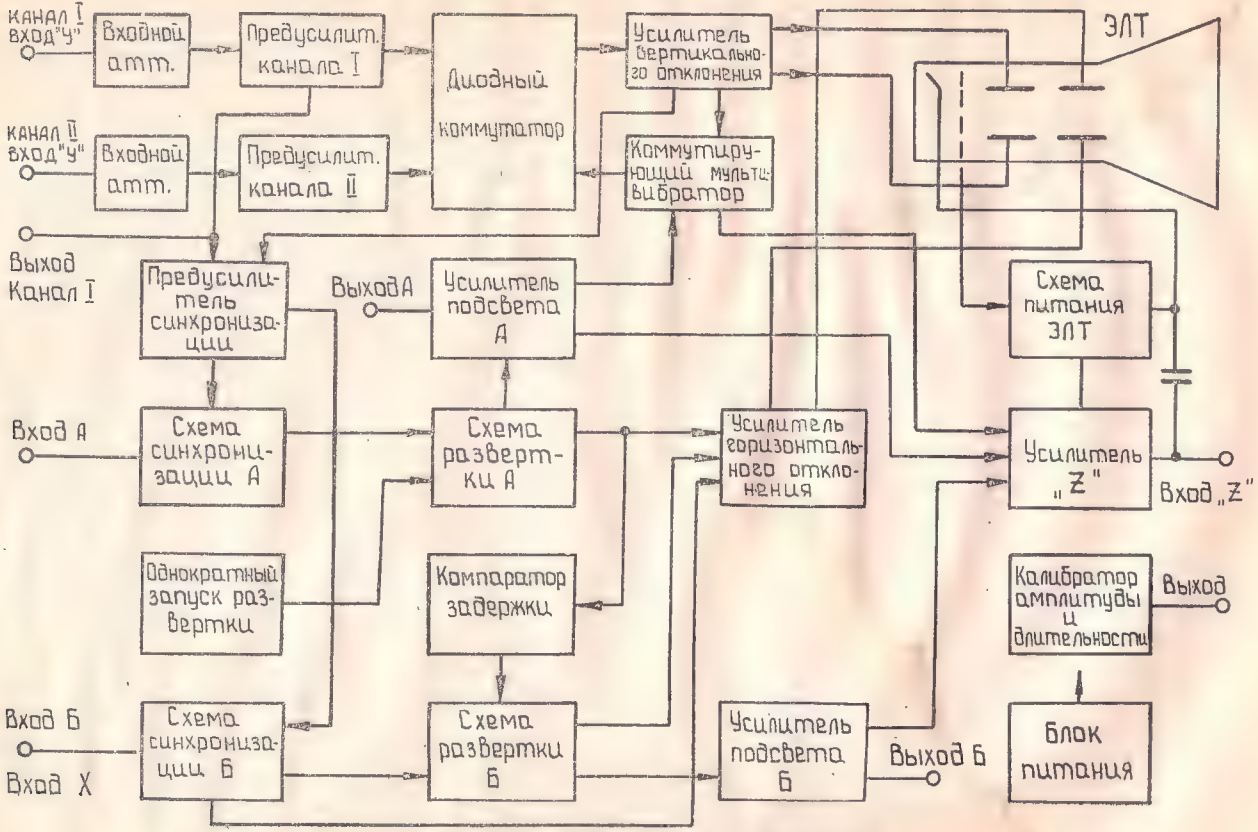


Рис. 1а. Структурная схема осциллографа

Электронно-лучевая трубка служит для визуального наблюдения исследуемых электрических процессов. Исследуемые сигналы подаются на гнезда «ВХОД» канала I и канала II. При помощи входных аттенюаторов, которые представляют собой компенсированные делители напряжения, выбирают величину сигнала, удобную для наблюдения и исследования на экране ЭЛТ. Исследуемый сигнал поступает на вход усилителя вертикального отклонения, который усиливает сигнал до необходимой величины перед поступлением сигнала на вертикально-отклоняющие пластины. Вначале исследуемый сигнал усиливается предусилителем каждого канала и поступает на диодный коммутатор.

Работой диодного коммутатора управляет коммутирующий мультивибратор. Коммутирующий мультивибратор через диодный коммутатор может обеспечить пять режимов работы каналов вертикального отклонения.

Режим работы каналов:

— «I». В этом режиме через диодный коммутатор проходит сигнал с предусилителя канала I и поступает на усилитель вертикального отклонения;

— «II». В этом положении через диодный коммутатор проходит сигнал с предусилителя канала II и поступает на усилитель вертикального отклонения;

— «ПРЕР.». В этом режиме на экране ЭЛТ можно наблюдать одновременно два электрических процесса. Двухканальный режим получается за счет попеременного подключения предусилителей каналов I и II к усилителю вертикального отклонения при помощи диодного коммутатора. Переключение производится во время прямого хода с частотой 500 кГц. Коммутирующий мультивибратор при этом работает в автоколебательном режиме;

— «ПООЧЕР.» В этом режиме на экране ЭЛТ можно наблюдать одновременно два электрических процесса за счет поочередного подключения предусилителей каналов I и II к усилителю вертикального отклонения при помощи диодного коммутатора. Коммутация каналов производится через один прямой ход развертки, то есть в течение первого прямого хода развертки сигнал поступает из канала I, а в течение следующего прямого хода развертки сигнал поступает из канала II и т. д. Коммутирующий мультивибратор при этом работает в ждущем режиме с запуском во время обратного хода развертки А;

— «I±II». В этом режиме на экране ЭЛТ можно наблюдать алгебраическую сумму сигналов канала I и канала II, то есть диодный коммутатор пропускает на усилитель вертикального отклонения сигналы из канала I и канала II одновременно.

Чтобы имелась возможность наблюдения как суммы, так и разности сигналов канала I и канала II независимо от начальных фаз сигналов, в предусилителе канала II имеется возможность инвертировать фазу исследуемого сигнала.

Наличие в двухканальном режиме коммутации каналов с частотой 500 кГц во время прямого хода развертки и поочередно через каждый прямой ход развертки позволяет использовать этот режим во всем рабочем диапазоне разверток. Так, при исследовании медленных процессов используется режим переключения каналов во время прямого хода с частотой 500 кГц. При исследовании быстрых процессов используется режим переключения каналов поочередно через каждый прямой ход развертки, так как в случае коммутации каналов с частотой 500 кГц во время прямого хода развертки на исследуемый сигнал накладывается процесс переключения каналов, а увеличить частоту переключения каналов практически невозможно.

При переключении каналов во время прямого хода для того, чтобы переходные процессы переключения не искажали исследуемого сигнала, от коммутирующего мультивибратора подается импульс на усилитель «Z» для гашения луча ЭЛТ.

В зависимости от режима работы канала вертикального отклонения соответствующий исследуемый сигнал усиливается усилителем вертикального отклонения и поступает на вертикально-отклоняющие пластины ЭЛТ.

В тракт усилителя вертикального отклонения включена симметричная линия задержки, что позволяет наблюдать передний фронт короткого импульса. Из канала усилителя вертикального отклонения исследуемый сигнал поступает на предусилитель синхронизации либо с выхода предусилителя канала I, либо со схемы усилителя после коммутатора. Кроме того, исследуемый сигнал с выхода предусилителя канала I поступает на разъем «ВЫХОД I КАН.». Это позволяет осуществить последовательное включение канала I и канала II, что приводит к увеличению чувствительности в 5 раз при одновременном сужении полосы пропускания в два раза.

Схемы синхронизации А и Б предназначены для получения неподвижного изображения на экране ЭЛТ.

Схема синхронизации вырабатывает импульсы, запускающие генератор пилообразного напряжения. В схеме синхронизации осуществляется выбор источника синхронизации (внутренний, внешний, сеть), вид связи с источником синхронизации (постоянный, переменный), может изменяться полярность синхронизации («+», «—»).

Генераторы развертки А и Б вырабатывают пилообразное напряжение для осуществления временной развертки луча ЭЛТ.

Пилообразное напряжение усиливается до необходимой величины усилителем горизонтального отклонения и поступает на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ. В схеме усилителя горизонтального отклонения предусмотрено умножение скорости развертки в 10 раз.

Генератор развертки А может работать в автоколебательном режиме, ждущем режиме и режиме однократного запуска.

Генератор развертки Б может работать в двух режимах: автоколебательном, когда развертка Б начинается после временной задержки, и ждущем, когда развертка Б синхронизируется после временной задержки.

Задержанный запуск развертки Б относительно развертки А осуществляется компаратором задержки с помощью линейного прецизионного потенциометра.

С выходов усилителей подсвета А и Б снимаются прямоугольные импульсы для подсвета прямого хода развертки и гашения обратного хода развертки на экране ЭЛТ. Эти импульсы поступают на вход усилителя «Z», усиливаются и через схему питания ЭЛТ управляют ее работой.

Предусмотрена возможность подачи внешнего сигнала на вход усилителя «Z» для получения яркостных меток времени.

Горизонтальный канал осциллографа может иметь 4 режима работы:

— Развертка А. В этом режиме работы имеется одна калиброванная развертка А.

— А подсвечивается в течение Б. В этом режиме работы имеется развертка А и развертка Б. Начало развертки Б задержано по времени относительно развертки А на величину, установленную компаратором задержки. На экране ЭЛТ наблюдается развертка А, а та часть развертки А, в течение которой существует развертка Б, подсвечивается по яркости;

— Задержанная развертка Б. В этом режиме работы имеется развертка А и развертка Б.

Развертка Б задержана относительно развертки А при помощи компаратора задержки и время задержки можно изменять. На экране ЭЛТ наблюдается задержанная развертка Б. Этот режим используется при измерении временных интервалов методом калиброванной задержки развертки;

— «ВНЕШ.». В этом режиме работы предусмотрена возможность поступления внешнего сигнала на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ при подаче его на гнездо «ВХОД Х».

Для периодической проверки чувствительности усилителей вертикального отклонения обоих каналов и проверки калибровки длительности служит калибратор амплитуды и длитель-

ности. С помощью калибратора осуществляется компенсация выносных делителей 1:10.

Схема питания ЭЛТ обеспечивает необходимые высоковольтные напряжения.

Схема блока питания обеспечивает необходимыми питающими напряжениями всю остальную схему прибора.

5. 3. ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРИБОРА

5. 3. 1. Каналы вертикального отклонения луча

Каналы вертикального отклонения луча предназначены для усиления исследуемых электрических сигналов до величины, обеспечивающей удобное наблюдение и исследование изображения на экране ЭЛТ, без искажения формы исследуемого сигнала.

Электрическая схема каналов вертикального отклонения изображена на общей принципиальной схеме прибора (альбом № 1 (часть 2), И22.044.040Э3, листы 1, 2, 3, 4, 5). Канал I (II) вертикального отклонения луча состоит из входной цепи и усилителя.

Входная цепь состоит из:

— входного разъема Ш1 (Ш2), расположенного на передней панели прибора;

— переключателя В1 (В3), при помощи которого исследуемый сигнал поступает на входной аттенюатор через емкость С1 (С17) или непосредственно;

— входного аттенюатора, конструктивно оформленного в виде отдельного унифицированного узла. Аттенюатор входной цепи представляет собой частотно-компенсированный делитель напряжения.

Делитель имеет 11 ступеней деления с коэффициентами деления 1, 2, 4, 10, 20, 40, 100, 200, 400, 1000, 2000.

В положении аттенюатора «0,005 В/дел.» и «0,01 В/дел.» деление входного сигнала осуществляется путем изменения коэффициента усиления усилителя с обратной связью 1-Т2, 1-Т3, (1-Т13, 1-Т14).

Во всех остальных положениях аттенюатора, от «0,02 В/дел. и выше, коэффициент усиления остается постоянным, а изменение коэффициента отклонения канала вертикального отклонения осуществляется при помощи точных частотно-компенсированных делителей напряжения.

При использовании выносного делителя 1:10 общий коэффициент деления увеличивается в 10 раз.

Во входном аттенюаторе применяются резисторы типа С2-14 с допуском ±0,5%, а величины резисторов подобраны таким образом, что обеспечивается одна и та же величина входного сопротивления независимо от положения делителя напряжения («ВОЛЬТ/ДЕЛ.»).

Переменные конденсаторы С3, С4, С9, С10, С11 (С19, С20, С25, С26, С27) обеспечивают установку постоянной входной емкости во всех положениях переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»; а С5, С6, С12, С13 (С21, С22, С28, С29) точную компенсацию входных делителей во всей полосе исследуемых частот. Входной аттенюатор понижает чувствительность усилителя вертикального отклонения до 0,8 мм/В.

Входное сопротивление аттенюатора 1 МОм зашунтировано емкостью 25 пФ, состоящей из входной емкости усилителя вертикального отклонения и паразитных емкостей монтажа аттенюатора.

Во избежание наводок входной аттенюатор помещен в металлический экран.

5. 3. 2. Входной катодный повторитель

С выхода аттенюатора исследуемый сигнал поступает на предусилитель канала I. Предусилитель канала II аналогичен нижеописываемому предусилителю канала I.

Для обеспечения большого входного сопротивления, низкоомного выходного сопротивления и малой входной емкости на входе усилителя вертикального отклонения поставлен катодный повторитель (лампа 1-Л2). В цепи управления сети каскада установлена цепочка из резистора 1-R6 и конденсатора 1-С10, которая ограничивает сеточный ток и создает дополнительное смещение, предохраняющее лампу от перегрузки. 1-Д1, 1-Д2, 1-Д3 обеспечивают защиту нувистора.

Неоновая лампочка 1-Л1 предохраняет от пробоя промежуток сетка-катод лампы при большом отрицательном сигнале. Диод 1-Д3 ограничивает положительный потенциал на катоде 1-Л2 до величины +6,3 В и предохраняет схему усилителя от действия больших положительных сигналов.

Диод 1-Д2 ограничивает отрицательные сигналы на катоде нувистора 1-Л2 и фиксирует на нем потенциал, близкий к потенциалу земли для защиты 1-Л2 до тех пор, пока не установится рабочий режим нувистора после включения.

Триод 1-Т1 служит для стабилизации катодного тока лампы 1-Л2. Изменением потенциала базы триода 1-Т1 при помощи потенциометра R15 («БАЛАНСИР.») производится балансировка усилителя вертикального отклонения, которая должна обес-

печить нулевой потенциал эмиттера триода 1-Т2. При нулевом потенциале на эмиттере триода 1-Т2 положение луча на экране не изменяется при переключении входного аттенюатора из положения «0,005 В/дел.» в положение «0,02 В/дел.».

Резистор I-R14 обеспечивает нужное рабочее смещение для лампы I-Л2 и необходимый потенциал базы триода 1-Т2. Конденсатор I-С14 улучшает коэффициент передачи от катода I-Л2 к базе триода 1-Т2 в области высоких частот.

5. 3. 3. Усилитель с обратной связью

С катодного повторителя I-Л2 сигнал поступает на усилитель с обратной связью на триодах 1-Т2, 1-Т3. Коэффициент усиления усилителя скачкообразно изменяется в зависимости от положения переключателя В2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ.», обеспечивая изменения коэффициента отклонения в положениях входного аттенюатора «0,005», «0,01» и «0,02».

Так как резисторы в обратной связи I-R4, I-R10, I-R5 при переключении аттенюатора (0,005÷0,02) включаются между эмиттером триода 1-Т2 и землей, а на эмиттере триода 1-Т2 установлен нулевой потенциал, то при изменении величины обратной связи не изменяется величина тока через триод 1-Т2 и режим усилителя остается постоянным.

Это обеспечивает неподвижность луча на экране электронно-лучевой трубки по вертикали при переключении входного аттенюатора. Перемещение луча по вертикали осуществляется при помощи резистора R16 (« »). При этом незначительное изменение потенциала эмиттера триода 1-Т2 приводит к изменению выходного напряжения. Потенциометром I-R17 устанавливается режим триода 1-Т3, чтобы на его коллекторе был нулевой потенциал (когда потенциометр R16 находится в среднем положении).

Стабилитрон I-Д4 служит источником тока для триода 1-Т3, а также поддерживает постоянное напряжение на I-R17 и I-R18. Резисторы R55, I-R15, R54 и конденсаторы I-С32, I-С33 поставлены для высокочастотной коррекции.

Исследуемый сигнал с коллектора 1-Т3 поступает на фазоинвертор (1-Т5, 1-Т6) и эмиттерный предусилитель синхронизации (1-Т4).

5. 3. 4. Фазоинвертор

Сигнал на фазоинвертор поступает через делитель напряжения, который используется для плавной регулировки коэффициента отклонения вертикального усилителя (R18).

Делитель напряжения включен между точками нулевого потенциала (коллектор 1-Т3 и земля), поэтому при плавной регулировке коэффициента отклонения не происходит изменение режима усилителя по постоянному току.

Поскольку усилитель вертикального отклонения представляет собой усилитель постоянного тока, то с целью уменьшения дрейфа нуля выбирается симметричная схема.

Фазоинвертор на триодах 1-Т5, 1-Т6 преобразует несимметричный входной сигнал в симметричный для дальнейшего двухтактного усиления.

Потенциометр R22 в цепи отрицательной обратной связи между эмиттерами триодов 1-Т5, 1-Т6 используется для регулировки и калибровки коэффициента усиления усилителя вертикального отклонения.

С выхода фазоинвертора сигнал поступает на диодные переключатели I-Д10÷I-Д17.

5. 3. 5. Эмиттерный предусилитель синхронизации

Сигнал с коллектора триода 1-Т3, поступающий на эмиттерный повторитель на триоде 1-Т4, проходит затем на схему предусилителя синхронизации, обеспечивая внутреннюю синхронизацию только от канала I.

При помощи потенциометра I-R25 обеспечивается нулевой потенциал на эмиттере триода 1-Т4, что необходимо для согласования его со схемой синхронизации.

С эмиттера триода 1-Т4, в зависимости от положения переключателя В8 «ВНУТР. СИНХР.», сигнал поступает или на схему синхронизации (в режиме «I»), или на гнездо «ВЫХОД I КАН.» (в режиме синхронизации «I, II»). Различие между схемами вертикальных предусилителей канала I и канала II состоит в отсутствии во втором канале эмиттерного повторителя синхронизации.

5. 3. 6. Переключатель полярности

Переключатель полярности В5 осуществляет инвертирование сигнала, поступающего на вход канала II. Переключение производится при помощи диодного коммутатора (I-Д23÷1-Д30, I-R106, I-R107, I-R110, I-R111). Трансформаторы I-Тр.1, I-Тр.2, I-Тр.3 введены в схему для высокочастотной коррекции. Цепочка I-R102 и I-C58 представляет собой нагрузку, эквивалентную входному сопротивлению эмиттерного повторителя (1-Т4). Диоды I-Д6, I-Д7, I-Д8, I-Д9 и резисторы I-R33, I-R36 поставлены для сохранения идентичности каналов I и II.

5. 3. 7. Режимы работы каналов вертикального отклонения

Режим работы каналов вертикального отклонения устанавливается переключателем В6, который определяет, сигнал какого канала и как поступает на вертикальный выходной усилитель.

В положениях «I» и «II» осциллограф работает в одноканальном режиме. В двухканальном режиме, который получается при попеременном подключении предварительных усилителей обоих каналов к выходному усилителю, на экране наблюдается два процесса.

Коммутация развертки может проводиться во время прямого хода развертки с частотой 500 кГц («ПРЕР.») или после каждого прямого хода развертки («ПООЧЕР.»).

Возможен также режим, когда на выходной усилитель поступают сигналы с обоих каналов одновременно (I±II).

Схема переключения, состоит из двух диодных переключателей, коммутирующего мультивибратора и усилителя.

5. 3. 8. Диодные переключатели

Коммутация выходов вертикальных предусилителей осуществляется диодными ключевыми схемами, которые в свою очередь в одноканальном режиме управляются переключателем В6 («РЕЖИМ РАБОТЫ»), а в двухканальном режиме — коммутирующим мультивибратором.

Положение «I». При этом напряжение минус 10 В переключателем В6 подается через I-R123 на точку соединения I-Д12, I-Д13 в диодном ключе канала II. При этом диоды I-Д12, I-Д13 открываются, а диоды I-Д15, I-Д16 закрываются и не пропускают сигнал с выхода вертикального предусилителя канала II.

В диодном ключе канала I диоды I-Д10, I-Д11 подсоединяются к корпусу прибора через I-R42 и закрыты, а диоды I-Д17, I-Д14 — открыты. Поэтому сигналы с выхода вертикального предусилителя канала I проходят на усилитель 1-Т10, 1-Т11.

Положение «II». В этом положении переключателя В6 диоды I-Д10, I-Д11 подсоединены к источнику минус 10 В через I-R115, а диоды I-Д12, I-Д13 — к корпусу прибора через I-R51, то есть диодный ключ канала I не пропускает сигнала, а диодный ключ канала II, соответственно, пропускает.

5. 3. 9. Коммутирующий мультивибратор

Положение «ПООЧЕР.». В этом положении переключателя В6 минус 10В подается на эмиттер переключающего усилителя на триоде 1-Т17, который открывается и через диод I-Д31 или I-Д32 открывает один из триодов коммутирующего мультивибратора.

Например, если открыт триод 1-Т7, то ток протекает через I-Д31, 1-Т7 и коллекторное сопротивление I-R43, понижая уровень напряжения в точке соединения I-Д10, I-Д11. При этом диодный ключ канала I не пропускает сигнал и он проходит через диодный ключ (I-Д15, I-Д16) канала II на усилитель (1-Т10, 1-Т11).

Положительный импульс от генератора развертки А поступает через I-R118, I-C63 на базу триода 1-Т17 (усилитель переключения каналов поочередно).

Отрицательный фронт импульса развертки, пройдя через дифференцирующую цепочку I-R118, I-C63, формируется в остроконечный отрицательный импульс, который закрывает усилитель на триоде 1-Т17. При этом также закрываются оба триода 1-Т7, 1-Т8 коммутирующего мультивибратора.

Когда триод 1-Т7 был открыт, конденсатор I-C64 зарядился, причем со стороны диода I-Д32 будет отрицательный потенциал, а со стороны диода I-Д31 — положительный. Заряд этого конденсатора и определяет, какой из триодов коммутирующего мультивибратора будет открываться. Когда действие дифференцированного импульса прекратится, триод 1-Т17 усилителя откроется.

Поскольку потенциал анода I-Д32 будет более отрицательный, чем анода I-Д31, то триод 1-Т8 откроется, а триод 1-Т7 закроется, то есть мультивибратор переключается. При этом сигнал будет проходить на выходной усилитель через диодный ключ канала I, так как диодный ключ канала II заперт.

5. 3. 10. Эмиттерный повторитель обратной связи

Через эмиттерный повторитель на триоде 1-Т9 обеспечивается обратная связь по напряжению между эмиттерами триодов 1-Т10, 1-Т11 усилителя и диодными коммутаторами. При помощи обратной связи на ключевых диодных схемах фиксируется отрицательный потенциал, который позволяет коммутировать их сигналами минимальной амплитуды. Эмиттер триода 1-Т9 подсоединен к диодным ключам через диоды I-Д18, I-Д19. Диод I-Д18, соединенный с диодным ключом, пропускающим

исследуемый сигнал, закрыт, и отрицательное напряжение на диодном ключе фиксируется делителем 1-R42, 1-R45.

Диод 1-Д19, соединенный с диодным ключом, запирающим сигнал, открыт, и на диодном ключе фиксируется потенциал эмиттера триода 1-Т9.

Положение «ПРЕР.». В этом положении переключателя В6 коммутирующий мультивибратор работает в автоколебательном режиме, генерируя импульсы с частотой 500 кГц.

Частота колебаний мультивибратора определяется цепочкой 1-R116, 1-R120, 1-С64.

Эмиттеры триодов 1-Т7 и 1-Т8 подсоединяются к источнику минус 10 В через 1-R116, 1-R120. Проводит та ключевая схема, которая подсоединена к открытому триоду.

Предположим, триод 1-Т8 открыт. 1-С64 заряжается до минус 10 В через 1-R116.

Потенциал эмиттера триода 1-Т7 медленно стремится к минус 10 В, когда 1-С64 зарядится, а на базе его поддерживается отрицательный потенциал, который задается делителем между коллектором 1-Т8 и минус 10 В (1-R47, 1-R48).

Когда отрицательное напряжение на эмиттере триода 1-Т7 станет больше, чем на базе, триод 1-Т7 открывается и напряжение на его коллекторе понижается. Это приведет к понижению базового потенциала триода 1-Т8 через делители I-R44, I-R50 и триод 1-Т8 закроется. I-С64 снова заряжается до минус 10 В через I-R120 и понижает потенциал эмиттера до тех пор, пока триод 1-Т8 не откроется, а триод 1-Т7 закроется и цикл повторится снова.

В этом положении диоды 1-Д31 и 1-Д32 закрыты, благодаря цепочке 1-R121, 1-Д33. Триод 1-Т9 работает в режиме «ПРЕР.» аналогично тому, как в режиме «ПООЧЕР.» (диодные ключевые схемы коммутируются сигналами минимальной амплитуды).

Усилитель гасящего импульса коммутатора (1-Т18) формирует импульс для «Z» — усилителя, с помощью которого гасится переход луча от уровня канала I к уровню канала II. При переключении коммутирующего мультивибратора на выходе трансформатора I-Тр.4 возникает скачок напряжения отрицательной полярности, который поступает на базу триода 1-Т18 и запирает его.

Длительность действия импульса на базе триода определяется цепочкой 1-R122, 1-С65. Триод 1-Т18 ограничивает сигнал, поступающий на базу, и выходной импульс положительной полярности, совпадающий с моментом переключения луча, подается на усилитель «Z».

Положение «I±II» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ».

В этом положении исследуемые сигналы проходят по двум каналам через диодные ключи на усилитель (1-Т10, 1-Т11). Диодные ключи удерживаются в открытом состоянии потенциалом минус 10 В через I-R53, I-R54, поступающим на катоды диодов I-Д17, I-Д14, I-Д15, I-Д16. Поскольку на вход усилителя подаются два сигнала, то выходной сигнал будет представлять собой алгебраическую сумму сигналов канала I и канала II.

Усилитель на триодах 1-Т10, 1-Т11 представляет собой двухтактную схему с обратной связью по напряжению 1-R68, 1-R60 и 1-R70, 1-R62 и цепью согласования линии задержки на высоких частотах 1-R68, 1-R69, 1-R70, 1-R71, 1-C26, 1-C30, 1-C31. С выхода усилителя исследуемый сигнал через линию задержки поступает на оконечный вертикальный усилитель. Эмиттерный повторитель на триоде 1-Т19 поставлен для уменьшения влияния емкости кабеля, по которому поступает запускающий сигнал к предусилителю синхронизации, на коэффициент усиления усилителя (1-Т10, 1-Т11) при прохождении ВЧ сигналов.

Запускающий сигнал для синхронизации развертки снимается с эмиттера триода 1-Т19 и подается на переключатель В8 предусилителя синхронизации.

Для нормальной синхронизации уровень постоянной составляющей устанавливается равным нулю при помощи сопротивления I-R63.

5. 3. 11. Согласующая цепь

Исследуемый сигнал с линии задержки поступает на эмиттеры триодов 2-Т1 и 2-Т2 согласующей цепи. Линия задержки задерживает исследуемый сигнал примерно на 140 нс. Этого времени достаточно, чтобы генератор развертки выработал пилообразное напряжение и оно поступило на отклоняющие пластины чуть раньше, чем исследуемый сигнал задержки со стороны выхода. Элементы 2-L1, 2-L3, 2-L4, 2-C2, 2-C3, 2-C4, 2-C5 представляют собой фазокомпенсирующую цепь для линии задержки Л3-1.

С выхода триодов 2-Т1 и 2-Т2 через эмиттерные повторители 2-Т9, 2-Т10 сигнал поступает на базы триодов 2-Т3 и 2-Т4. При помощи 2-R12, 2-C11, 2-C13 осуществляется высокочастотная коррекция для компенсации емкостной нагрузки отклоняющих пластин в выходном каскаде.

5. 3. 12. Поиск луча

При уходе луча за пределы экрана используется регулировка «ПОИСК ЛУЧА». Она уменьшает ток покоя триодов Т1 и Т2 и ограничивает динамический диапазон коллекторного напряжения, что заставляет луч вернуться в пределы экрана.

5. 3. 13. Выходной усилитель

Триоды 2-Т5, 2-Т7, 2-Т6, 2-Т8 усиливают исследуемый сигнал, поступающий с выхода триодов 2-Т3 и 2-Т4. Усиленный сигнал поступает на выходной каскад (Т1, Т2).

Диоды 2-Д1 и 2-Д2 предотвращают насыщение триодов 2-Т5, 2-Т7 и 2-Т6, 2-Т8, когда сигнал большой амплитуды отклоняет изображение за пределы экрана. Это улучшает переходную характеристику усилителя вертикального отклонения. Трансформатор 2-Тр.1 осуществляет высокочастотную коррекцию.

Триоды Т1 и Т2 обеспечивают требуемое напряжение, которое подается на вертикально-отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки.

5. 3. 14. Предусилитель синхронизации

Предусилитель усиливает внутренние синхронизационные сигналы до уровня, необходимого для управления работой синхронизатора. Входной сигнал предусилителя синхронизации выбирается переключателем внутренней синхронизации В8 и поступает либо с вертикального предусилителя канала I, либо с усилителя 1-Т10, 1-Т11 через эмиттерный повторитель 1-Т19.

Когда переключатель выбора внутреннего источника синхронизации установлен в положении «1»; синхронизирующий сигнал снимается с эмиттера триода 1-Т4. При этом разъем «ВЫХОД I КАН.» отсоединен от схемы.

Синхронизирующий сигнал в положении переключателя В8 «I, II» поступает с эмиттера триода 1-Т19. Сигнал снимается после коммутатора, следовательно, он является частью сложного исследуемого сигнала, который изображается на экране электроннолучевой трубки. Когда переключатель В8 установлен в положение «I, II», исследуемый сигнал канала I подается на гнездо «ВЫХОД I КАН.». Этот выходной разъем может быть использован для контроля сигнала, подаваемого на вход канала I, или при совместном использовании с каналом II для получения минимального коэффициента отклонения 1 мв/дел. Внутренний синхронизирующий сигнал, выбираемый при помо-

ши переключателя В8, поступает на усилитель с обратной связью на триодах 3-Т1, 3-Т2.

Значение постоянной составляющей входного сигнала синхронизации устанавливается равным нулю регулировками уровня постоянной составляющей синхронизации канала I (I-R25) и синхронизации каналов I, II (I-R63), а выходного сигнала — потенциометром 3-R4.

Усиленный внутренний синхронизирующий сигнал подается на переключатели выбора источника синхронизации разверток А и Б (В9 и В16).

5. 3. 15. Синхронизатор развертки А

Следующее описание работы схемы относится к синхронизаторам разверток А и Б. Различие между двумя синхронизаторами будет изложено в разделе «Синхронизатор развертки Б».

Синхронизатор А состоит из входного катодного повторителя 3-Л2, компаратора полярности (3-Т5, 3-Т6), мультивибратора на туннельном диоде 3-Д12, усилителя импульса 3-Т7, автоматического мультивибратора (3-Т9, 3-Т10, 3-Т11).

5. 3. 16. Источник синхронизации

Источник синхронизации выбирается при помощи переключателя В9. Синхронизирующий сигнал можно получить от трех источников: внутреннего, сети и внешнего. Кроме того, сигнал от внешнего источника может быть ослаблен в 10 раз.

Внутренний синхронизирующий сигнал поступает со схемы вертикального усилителя через схему предусилителя синхронизации.

Сигнал с частотой сети и амплитудой около 1,5 В подается на синхронизатор так же, как и внутренний сигнал.

Переключатель вида синхронизации (В10) не следует устанавливать в положение «~ВЧ» при использовании синхронизирующего сигнала от сети.

Внешние синхронизирующие сигналы, подаваемые на разъем «ВНЕШ.», могут использоваться для синхронизации в положениях «1:1», «1:10» переключателя источника синхронизации В9. Входное сопротивление равно 1 МОм в обоих положениях переключателя В9 при прямом входе. В положении «~ВЧ» переключателя вида синхронизации В10 резистор R71 величиной 100 кОм подключается параллельно входному сопротивлению 1 МОм, чтобы получить затухание НЧ сигналов.

5. 3. 17. Вид синхронизации

Переключатель вида синхронизации В10 обеспечивает прохождение или ослабление определенных частотных составляющих синхронизирующего сигнала. В положениях «~», «~ВЧ», и «~НЧ» постоянная составляющая синхронизирующего сигнала блокируется конденсаторами С53 и С54.

В положении «~» ослабляются частотные составляющие ниже 30 Гц.

В положении «~ВЧ» ослабляются частотные составляющие ниже 30 кГц.

В положении «~НЧ» ослабляются ВЧ составляющие синхронизирующего сигнала. При этом связь с синхронизирующим сигналом осуществляется через емкость, что вызывает ослабление составляющих сигналов частотой ниже 30 Гц и выше 30 кГц.

В положении «≈» обеспечивается одинаковое прохождение сигналов всех частот от нуля до 50 МГц.

5. 3. 18. Входной катодный повторитель

Входной катодный повторитель на лампе 3-Л2 обеспечивает высокое входное сопротивление для сигналов, поступающих на разъем «ВНЕШ.», изолирует вход и предшествующую схему от схемы синхронизатора.

Лампочка 3-Л1 предохраняет нувистор 3-Л2 от чрезмерно большого напряжения между сеткой и катодом.

5. 3. 19. Компаратор полярности

Триоды 3-Т5, 3-Т6 обеспечивают выбор полярности синхронизирующего сигнала.

Диоды 3-Д4, 3-Д5 ограничивают на базе триода отрицательное напряжение до 1,4 В. Уровень постоянной составляющей на базе триода 3-Т5 около +2 В.

Диод 3-Д6 и стабилитрон 3-Д7 ограничивают размах сигнала положительной полярности до 7 В для защиты схемы синхронизатора от перегрузок.

При помощи потенциометра 3-R35 на базе триода 3-Т6 устанавливается постоянный потенциал такой же величины, как и на базе триода 3-Т5 (при этом ручка «УРОВЕНЬ» установлена в среднем положении). Изменяя потенциал базы триода 3-Т6, можно выбрать точку на синхронизирующем сигнале, в которой начинается запуск.

Когда ручка «УРОВЕНЬ» перемещается в направление «+», потенциал на базе триода 3-Т6 становится более положительным. Это вызывает увеличение тока через 3-R28 и повышение потенциалов эмиттеров триодов 3-Т5 и 3-Т6.

Поскольку синхронизирующий сигнал должен открыть триод 3-Т5, а на эмиттере потенциал стал более положительный, то триод 3-Т5 откроется в более положительной точке синхронизирующего сигнала.

Полярность входного сигнала, синхронизирующего развертку, устанавливается переключателем полярности «±».

Когда переключатель «±» установлен в положение «+», диод 3-Д11 открывается и коллектор триода 3-Т6 присоединяется к источнику +10 В через 3-R32.

Диод 3-Д8 закрыт.

Коллекторный ток триода 3-Т5 проходит через 3-Д9, 3-R27, 3-L4, 3-R33, 3-R32 или через 3-Д12.

Синхронизирующий импульс вырабатывается следующим образом.

При поступлении на базу триода 3-Т5 синхронизирующего сигнала положительной полярности увеличивается коллекторный ток триода 3-Т5. Этот увеличенный ток проходит от источника +10 В через 3-Д9, 3-R27 и туннельный диод мультивибратора 3-Д12, так как через индуктивность ток мгновенно измениться не может.

Увеличение тока через туннельный диод 3-Д12 вызовет переключение его в «высокое» состояние. Вырабатывается импульс отрицательной полярности с очень крутым передним фронтом.

Как только конденсатор 3-С17 разрядится, ток через туннельный диод уменьшится и он возвратится в «низкое» состояние. Полученный выходной импульс будет импульсом с крутым фронтом и момент его возникновения будет соответствовать выбранной точке синхронизирующего сигнала.

При установке переключателя полярности (В11) в положение «—», триод 3-Т5 подсоединяется к источнику +10 В через 3-Д8, а триод 3-Т6 — через 3-L4, 3-Д10, 3-R27.

Теперь синхронизирующий сигнал отрицательной полярности цепи базы триода 3-Т5 переключит туннельный диод 3-Д12 мультивибратора. Отрицательный сигнал на базе триода 3-Т5 будет отрицательным сигналом на эмиттерах триодов 3-Т5 и 3-Т6.

Сигнал усиливается триодом 3-Т6 без изменения полярности, так как триод 3-Т6 включен по схеме усилителя с общей базой.

Увеличенный ток коллектора триода 3-Т6 (отрицательный

сигнал) протекает через 3-Д10, 3-R27 и 3-Д12. Туннельный диод 3-Д12 переключается, как описывалось выше, вырабатывая синхронизирующий импульс отрицательной полярности с крутым передним фронтом.

5. 3. 20. Усилитель импульса

Отрицательный импульс с крутым фронтом, полученный при переключении мультивибратора на туннельном диоде 3-Д12, поступает на базу триода 3-Т7.

Триод 3-Т7 усиливает и инвертирует импульс. 3-Д13 ограничивает амплитуду сигнала на коллекторе триода 3-Т7.

Трансформатор 3-Тр1 инвертирует импульс и передает импульс отрицательной полярности к схеме генератора развертки через цепочку 3-R43, 3-С19.

РЕЖИМ СИНХРОНИЗАЦИИ «АВТ.»

5. 3. 21. Дифференцирующий усилитель

Отрицательный импульс с эмиттера триода 3-Т7 подается на схему автосинхронизации через 3-R42.

Импульс с эмиттера триода 3-Т7 поступает на базу триода 3-Т8 в то же самое время, когда импульс из коллекторной цепи триода 3-Т7 поступает на схему генератора развертки.

На коллекторе триода 3-Т8 дифференцируется выходной импульс. Положительный перепад выходного импульса поступает через 3-Д14 на автоматический мультивибратор.

Под действием отрицательных перепадов диод 3-Д14 закрывается и блокирует вход автоматического мультивибратора.

5. 3. 22. Автоматический мультивибратор

Автоматический мультивибратор вырабатывает управляющий импульс для автоматического запуска генератора развертки. При отсутствии сигнала триод 3-Т11 открыт и потенциал его базы составляет около минус 0,3 В. На базе триода 3-Т9 удерживается потенциал минус 0,7 В за счет прямого падения напряжения на диоде 3-Д14.

Так как триоды 3-Т9 и 3-Т11 имеют общее эмиттерное сопротивление, то потенциал эмиттеров определяется открытым триодом 3-Т11. Напряжение на эмиттерах, которое задается открытым триодом 3-Т11, достаточно положительное, чтобы предотвратить отпирание триода 3-Т9.

Схема остается в этом состоянии до тех пор, пока синхронизирующий сигнал не поступит от триода 3-Т8. Импульс положительной полярности с триода 3-Т8 подается на базу закрытого триода 3-Т9 и открывает его. Триоды 3-Т9, 3-Т11 переключаются в противоположное состояние. Теперь триод 3-Т9 полностью определяет эмиттерный ток, а триод 3-Т11 закрыт до тех пор, пока мультивибратор не переключится в начальное состояние.

При отсутствии сигнала синхронизации триод 3-Т10 закрывается потенциалом +10 В, приложенным к базе через диод 3-Д18. Когда триод 3-Т9 переключается, напряжение на его коллекторе падает до минус 0,3 В и при этом диоды 3-Д17 и 3-Д18 закрываются, а триод 3-Т10 — открывается. Напряжение на коллекторе 3-Т10 поднимается до +10 В и вырабатывается положительный выходной импульс для автозапуска.

Когда триод 3-Т9 открывается, напряжение на 3-С20 понижается до минус 0,3 В, а затем начинается заряд емкости от источника +80 В. Однако, когда потенциал заряда достигнет +10 В, откроется диод 3-Д17, который будет фиксировать напряжение в этой точке. Ток, протекающий через триод 3-Т9, уменьшится и триод 3-Т11 снова откроется.

Триод 3-Т10 закроется, оканчивая выходной импульс. Время восстановления автоматического мультивибратора около 85 мс, если приложен один синхронизирующий импульс.

При периодическом синхронизирующем сигнале (выше 20 Гц) триод 3-Т9 остается открытым, поддерживая выходной уровень на коллекторе триода 3-Т10 около +10 В. Напряжение будет удерживаться на этом уровне до тех пор, пока последовательность синхронизирующих импульсов поступает на базу триода 3-Т9 перед восстановлением автоматического мультивибратора.

5. 3. 23. Синхронизатор развертки Б

В основном синхронизатор развертки Б аналогичен синхронизатору развертки А. Ниже будет рассмотрено различие между двумя схемами. Части схем, не упомянутые при описании, работают, как описано в разделе «Синхронизатор развертки «А».

5. 3. 24. Входной катодный повторитель

Характер работы входного катодного повторителя регулируется двумя переключателями в цепи катода лампы 5-Л2: В18— «РЕЖИМ Б» и В13 — «ВИД РАЗВЕРТКИ».

Эти переключатели определяют работу лампы 5-Л2 следующим образом.

В положении «А» переключателя В13 «ВИД РАЗВЕРТКИ» синхронизирующий сигнал «Б» не проходит через диод 5-Д6, так как на его катоде поддерживается положительный потенциал относительно анода, что приводит к запиранию диода 5-Д6 и блокировке синхронизирующего сигнала «Б».

В положениях переключателя В13 «Б ПОДСВ. А» и «Б» синхронизирующий сигнал может проходить или не проходить, в зависимости от положения переключателя В18 «РЕЖИМ Б».

Если переключатель В18 находится в положении «АВТ.», синхронизирующий сигнал блокируется, как и в положении «А» переключателя В13.

Однако, когда переключатель В18 устанавливается в положение «ЖДУЩ.», синхронизирующий сигнал будет поступать на базу триода 5-Т1, так как диод 5-Д6 открывается подсоединением напряжения минус 10 В через 5-R9.

Диод 5-Д3 закрыт, так как его анод удерживается при более отрицательном напряжении, чем катод.

Во всех положениях переключателя «ВИД РАЗВЕРТКИ» (В13), за исключением положения «ВНЕШ.», диод 5-Д4 закрыт, так как он подсоединен к источнику +10 В через резистор 5-R27. В положении «ВНЕШ.» переключателя В13 диод 5-Д6 закрывается, потому что на его катоде устанавливается положительный потенциал +10 В, поданный через 5-R8. Синхронизирующие сигналы будут проходить через диод 5-Д4, который в этом положении переключателя В13 открывается, так как на катод подается минус 10 В через резистор 5-R29. Сигналы с катода лампы 5-Л2 поступают на горизонтальный усилитель через диод 5-Д4 и резисторы 5-R33, 5-R34, 5-R81.

При помощи потенциометра 5-R34 осуществляется регулировка усиления сигнала в канале «Х».

Сигнал для горизонтальной развертки можно взять от внешнего источника и подать на гнездо «ВХОД Х», когда переключатель источника синхронизации Б установлен в положение «ВНЕШ. 1:1» («ВНЕШ. 1:10») или от внутреннего источника канала I, когда переключатель В8 «ВНУТР. СИНХР.» установлен в положение «I», а переключатель источника синхронизации Б (В16) в положение «ВНУТР.».

Импульсный усилитель в синхронизаторе Б работает точно так же, как и в синхронизаторе А. Однако, поскольку в синхронизаторе Б нет автоматической схемы синхронизации, входной импульс с коллектора триода 3-Т3 поступает на генератор развертки Б через трансформатор 5-Тр1 и цепочку 5-R23, 5-С14.

5. 3. 25. Генератор развертки А

Генератор развертки А состоит из триггера развертки (3-Д16, 3-Т12), ключевого диода 3-Д33, генератора развертки (3-Л4, 3-Т23), эмиттерного повторителя постановления развертки 3-Т20, усилителя начала развертки 3-Т19, мультивибратора восстановления развертки (3-Т13, 3-Т14).

Генератор развертки вырабатывает 5 одновременных выходных сигналов, а управляется двумя входными сигналами.

Выходными сигналами являются следующие:

— отрицательное пилообразное напряжение, подаваемое на усилитель горизонтального отклонения при измерении временных интервалов;

— отрицательное пилообразное напряжение, подаваемое на компаратор датчика задержки для получения задержанной развертки;

— импульс подсвета отрицательной полярности, подаваемый на усилитель «Z» для подсвета ЭЛТ во время индикации;

— строб-импульс положительной полярности, подаваемый на коммутатор вертикального усилителя для попеременного переключения луча после каждого цикла развертки;

— строб-импульс положительной полярности, подаваемый на разъем на боковой панели.

Входные сигналы следующие:

— импульс синхронизации отрицательной полярности от синхронизатора А;

— автостроб-импульс положительной полярности от автоматического мультивибратора.

Переключатель В12 «РЕЖИМ А» обеспечивает три режима работы. В положении «ЖДУЩ.» развертка появляется лишь тогда, когда импульс синхронизации поступает со схемы синхронизатора А. Принцип работы в положении «АВТ.» почти такой же как в положении «ЖДУЩ.» за исключением того, что след луча будет виден, когда синхронизирующий импульс отсутствует.

В положении «ОДНОКР.» принцип работы будет аналогичным, как в положении «ЖДУЩ.», за исключением того, что развертка не будет повторяться.

Описание работы схемы развертки А дано для режима «ЖДУЩ.».

5. 3. 26. Ждущий режим

Синхронизирующий сигнал, выработанный синхронизатором А, подается на схему генератора развертки через диод 3-Д15. Этот отрицательный импульс переключает туннельный диод 3-Д16 триггера развертки в «высокое» состояние, в котором он остается до тех пор, пока не будет возвращен в «низкое» состояние мультивибратором восстановления развертки в конце цикла.

Отрицательный сигнал на базе триода 3-Т12 открывает его и в коллекторной цепи вырабатывается импульс положительной полярности. Этот сигнал поступает на выходной усилитель импульса и ключевые диоды 3-Д33, 3-Д39.

5. 3. 27. Усилитель импульса

Положительный строб-импульс от триггера развертки подается на базу триода 3-Т15 и в его коллекторной цепи вырабатывается импульс отрицательной полярности. Этот импульс подается на усилитель «Z» и служит для подсвета луча в течение прямого хода развертки. Этот импульс также разряжает блокировочный конденсатор в начале каждого цикла развертки.

Строб-импульс положительной полярности, проходящий на базу триода 3-Т15, проходит от эмиттера 3-Т15 на эмиттер 3-Т16. Результирующий сигнал положительной полярности с коллектора триода 3-Т16 подается на схему коммутатора вертикального канала для получения прерывистого режима работы и на разъем «ВЫХОД А» на боковой панели.

Ключевой диод 3-Д33 проводит ток через резисторы 3-R72, 3-R64, 3-R65 и времязадающие резисторы. Строб-импульс с коллектора триода 3-Т12 закрывает диод 3-Д33, прерывая текущий через него ток. Генератор начинает вырабатывать пилообразное напряжение.

Диод 3-Д32 также закрывается и отсоединяет триод усилителя начала развертки (3-Т19).

5. 3. 28. Генератор развертки

Когда ток, протекающий через диод 3-Д33, прерывается, времязадающий конденсатор начинает заряжаться через времязадающий резистор и резистор 5-R111, при помощи которого подстраивается калибровка. Времязадающие конденсатор и резистор выбираются переключателем В21 «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» для изменения скорости развертки.

Потенциометром R114 производится плавная регулировка скорости развертки путем изменения времени заряда конденсатора С врем.

Положительно возрастающее напряжение с конденсатора С врем, который заряжается через R врем. от источника +80 В, подается на сетку лампы 3-Л4. Этот положительный потенциал поступает от лампы 3-Л4 на базу триода 3-Т23, создавая на его коллекторе выходной сигнал развертки отрицательной полярности.

Выходной сигнал развертки подается на отрицательно заряженный вывод конденсатора Сврем.

Эта обратная связь обеспечивает заряд конденсатора Сврем. до одного и того же положительного напряжения, удерживая постоянную скорость заряда и обеспечивая линейность пилообразного выходного напряжения. Отрицательное пилообразное напряжение будет расти до тех пор, пока не срабатывает мультивибратор восстановления развертки. Выходной сигнал с коллектора триода 3-Т23 поступает на усилитель горизонтального отклонения и компаратор развертки Б.

5. 3. 29. Эмиттерный повторитель восстановления развертки

Отрицательное пилообразное напряжение с коллектора триода 3-Т23 подается на эмиттерный повторитель восстановления развертки на триоде 3-Т20. Диод 3-Д38 обеспечивает защиту триода 3-Т20 в момент включения.

Пилообразное напряжение отрицательной полярности с эмиттера триода 3-Т20 поступает на мультивибратор восстановления развертки (3-Т13, 3-Т14) и на эмиттер триода 3-Т19 усилителя начала развертки через диоды 3-Д36 и 3-Д35.

5. 3. 30. Усилитель начала развертки

Отрицательный сигнал, поступающий с эмиттера триода 3-Т20 на диод 3-Д36, прекращает ток через триод 3-Т19. Триод 3-Т19 будет закрыт до тех пор, пока не завершится обратный ход развертки.

Когда потенциал эмиттера триода 3-Т20 возвращается к начальному уровню постоянной составляющей в конце развертки, открывается диод 3-Д35 и через триод 3-Т19 начинает проходить ток.

Уровень постоянной составляющей напряжения на коллекторе триода 3-Т19 через диод 3-Д32 поддерживает на катоде диода 3-Д33 постоянное напряжение, определяя нужную точку запус-

ка развертки. Регулировка начала развертки 5-R63 находится в схеме генератора развертки Б и устанавливает начальную точку обеих разверток.

5. 3. 31. Мультивибратор восстановления развертки

Отрицательное напряжение с эмиттера триода 3-Т20 поступает на диод Д3. В момент начала развертки этот диод закрыт.

Когда потенциал на катоде диода Д3 станет отрицательным, диод откроется на уровне сигнала, определяемом регулировкой R76 «ДЛИНА А». Отрицательный сигнал пройдет на базу триода 3-Т14, открывая его; при этом триод 3-Т13 закроется.

Напряжение на коллекторе триода 3-Т14 станет положительным и переключит диод 3-Д16 в исходное «низкое» состояние.

Строб-импульс развертки оканчивается и диодный ключ 3-Д33, 3-Д39 открывается. Времязадающий конденсатор С врем. быстро разрядится, возвращая потенциал сетки лампы 3-Л4 к первоначальному уровню. Положительный сигнал обратного хода и эмиттерного повторителя восстановления развертки закрывает диод Д3. Когда потенциал эмиттера триода 3-Т20 достигает первоначального уровня, триод 3-Т19 открывается и устанавливается начальный уровень развертки.

При вращении ручки «ДЛИНА А» против часовой стрелки, мультивибратор восстановления развертки будет переключаться в менее отрицательной точке напряжения на эмиттере триода 3-Т20.

Таким образом, развертка не закончит полный цикл до начала восстановления и изображение будет короче.

Триод 3-Т14 будет в открытом состоянии в течение времени, определяемого периодом блокировки, за которое все цепи должны вернуться в первоначальное состояние для следующего запуска развертки.

Время блокировки определяется скоростью заряда одного из блокировочных конденсаторов С67÷С71. Конденсатор заряжается через R77, R75 от источника +80 В. По мере того, как напряжение на базе триода 3-Т14, вследствие заряда конденсатора, становится более положительным, триод 3-Т14 начинает закрываться, а триод 3-Т13 — открываться. Напряжение на коллекторе триода 3-Т14 станет отрицательным и диод 3-Д16 будет подготовлен к запуску. Время блокировки изменяется для различных скоростей разверток при помощи переключателя В21 «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». Для обеспечения нужного времени блокировки в начале каждой развертки блокировочный конденсатор разряжается отрицательным импульсом, поступающим от коллектора триода 3-Т15.

На быстрых развертках ручка «СТАБ. ВЧ» позволяет регулировать блокировку в пределах 10% для получения устойчивого изображения. Эта регулировка не влияет на изображение при низких скоростях развертки.

Строб-импульс с мультивибратора подается на триод 3-Т24. Этот строб-импульс совпадает с импульсом запуска, вырабатываемым синхронизатором А, и появляется только при подаче запускающего сигнала. Положительный автоматический строб-импульс насыщает триод 3-Т24 и лампочка Л1 зажигается. Она будет светиться, пока действует строб-импульс.

5. 3. 32. Режим «АВТ.»

Принцип действия схемы генератора развертки в положении «АВТ.» переключателя В12 аналогичен его работе в режиме «ЖДУЩ.», когда подан запускающий импульс. Отличие состоит в том, что в режиме «АВТ.» при отсутствии запускающего импульса создается контрольная линия. Это происходит следующим образом.

Триод 3-Т13 открывается после обратного хода развертки и блокировки. Триод 3-Т14 будет закрыт и ток пойдет через 3-R58, 3-R59 и диод 3-Д16. Этого тока недостаточно, чтобы переключить диод 3-Д16. В положении «АВТ.» переключателя «РЕЖИМ А» напряжение минус 10 В подается на диоды 3-Д20, 3-Д22. Когда подается автоматический строб-импульс, ток протекает через 3-R55 и диод 3-Д20. При отсутствии строб-импульса ток протекает через 3-R55 и диод 3-Д22 и складывается с током через 3-R58. Этого суммарного тока достаточно для переключения диода 3-Д16 сразу же после окончания периода блокировки. Развертка вырабатывается, как и раньше. Следующий цикл развертки начнется в конце периода блокировки.

5. 3. 33. Режим «ОДНОКР.»

Принцип действия схемы генератора развертки в положении «ОДНОКР.» переключателя В12 «РЕЖИМ А» аналогичен работе в других режимах. Отличие состоит в том, что по окончании одного цикла развертки мультивибратор восстановления развертки не возвращается в исходное состояние. Все последующие запускающие импульсы блокируются до тех пор, пока кнопка «ГОТОВ» разомкнута.

В положении «ОДНОКР.» переключателя В12 разрывается цепь восстанавливающего тока схемы блокировки. На базе триода 3-Т14 устанавливается меньший положительный потенциал, которого недостаточно для того, чтобы каскад работал как

двухстабильный мультивибратор. Автоматический строб-импульс заземляется на катоде диода 3-Д19. Цикл развертки протекает следующим образом.

Когда развертка достигла уровня, выбранного ручкой «ДЛИНА А», триод 3-Т14 откроется и возвратит диод 3-Д16 в «низкое» состояние. Так как цепь восстанавливающего тока разорвана, потенциал базы триода 3-Т14 удерживается на отрицательном уровне и триод 3-Т14 открыт. Диод 3-Д16 удерживается в «низком» состоянии до тех пор, пока схема не восстановится.

5. 3. 34. Усилитель восстановления однократной развертки

Усилитель восстановления на триоде 3-Т17 вырабатывает восстанавливающий импульс для мультивибратора восстановления развертки в режиме «ОДНОКР.».

Обычно триод 3-Т17 закрыт и переключатель «ГОТОВ» разомкнут. При нажатии кнопки «ГОТОВ» лампочка 3-Л3 зажигается и напряжение на базе триода 3-Т17 станет менее положительным. Триод 3-Т17 открывается и вырабатывает выходной импульс положительной полярности, закрывающий триод 3-Т14.

Амплитуда импульса достаточная, чтобы закрыть триод 3-Т14 и открыть триод 3-Т13. Триод 3-Т13 остается открытым до окончания следующего цикла развертки, удерживая диод 3-Д16 в состоянии готовности к запуску при поступлении запускающего сигнала.

В режиме «ОДНОКР.» анод диода 3-Д23 отсоединен от земли и диод открыт. Когда триод 3-Т13 открывается, потенциал его коллектора становится положительным. Через диод 3-Д23 положительный сигнал проходит на базу триода 3-Т24. Триод 3-Т24 будет открыт, лампочка «ГОТОВ» будет светиться, сигнализируя, что схема генератора развертки А готова вырабатывать развертку, когда придет запускающий импульс. Триод 3-Т24 остается открытым до тех пор, пока триод 3-Т14 не откроется снова в конце развертки.

5. 3. 35. Генератор развертки Б

Принцип работы генератора развертки Б аналогичен принципу работы генератора развертки А. Ниже будут рассмотрены только отличия между ними. Принцип работы следующих перечисленных схем такой же, как описано в генераторе развертки А: стробирование развертки 5-Д18 и 5-Т9, выходной усилитель 5-Т10 и 5-Т11; ключевые диоды 5-Д24, 5-Д36, генератор развертки 5-Л3 и 5-Т15, эмиттерный повторитель восстановления развертки 5-Т14, усилитель начала развертки 5-Т13.

5. 3. 36. Компаратор схемы задержки Б

Генератор развертки Б в конце каждого цикла развертки блокируется мультивибратором восстановления развертки. Схема развертки остается в этом состоянии до тех пор, пока импульс с компаратора датчика задержки, управляемый разверткой А, не перебросит мультивибратор восстановления развертки.

Генератор развертки Б может вырабатывать развертку только в течение развертки А и не перебрасывается до тех пор, пока не начнется следующий цикл развертки А.

С выхода генератора развертки А сигнал поступает на базу триода 5-Т4. Триоды 5-Т4 и 5-Т6 включены так, что представляют собой схему сравнения напряжений; триод 5-Т5 обеспечивает постоянный ток этих триодов через диоды 5-Д15 и 5-Д16.

Контрольное напряжение для схемы сравнения устанавливается точным потенциометром R98 («МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ»). Напряжение для этого потенциометра фильтруется конденсаторами 5-С28, 5-С29 и резистором 5-R64. Прибор калибруется таким образом, чтобы основные деления лимба «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» соответствовали делениям шкалы электроннолучевой трубки.

Триод 5-Т4 открыт и удерживает туннельный диод 5-Д14 в «высоком» состоянии. Когда напряжение развертки, поданное на базу триода 5-Т4, становится более отрицательным, чем потенциал на базе триода 5-Т6, установленный потенциометром R98, триод 5-Т4 закроется, а триод 5-Т6 откроется. Так как точка напряжения на развертке, где триод 5-Т4 закрывается, соответствует определенному временному интервалу от начала развертки А, то шкала «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» используется для выбора задержки времени.

Когда триод 5-Т4 закрыт, ток протекающий через туннельный диод 5-Д14, уменьшается и переключает его в «низкое» состояние. При переключении туннельного диода 5-Д14 вырабатывается положительный перепад напряжения, поступающий на триод 5-Т7. Триод 5-Т4 снова управляет схемой сравнения, когда положительный потенциал на его базе во время обратного хода станет достаточным, чтобы открыть его. Туннельный диод 5-Д14 возвратится в свое первоначальное «высокое» состояние и на базу триода 5-Т7 поступит отрицательный перепад напряжения.

5. 3. 37. Формирователь импульса

Перепад напряжения, возникающий при переключении туннельного диода 5-Д14, поступает на базу триода 5-Т7 через конденсатор 5-С18.

Конденсатор 5-С19 и резистор 5-R40 триода 5-Т7 дифференцируют положительные и отрицательные перепады.

Дифференцированные импульсы усиливаются и поступают на мультивибратор восстановления развертки. Отрицательный импульс триода 5-Т7 соответствует началу развертки Б, а положительный импульс, возникающий во время обратного хода развертки А, концу развертки.

5. 3. 38. Мультивибратор восстановления развертки

Если развертка А не заканчивается раньше развертки Б, пилообразное напряжение отрицательной полярности от генератора (5-Л3, 5-Т15) поступает на триод 5-Т14 и перебрасывает мультивибратор восстановления развертки, как было описано для развертки А. Пилообразное напряжение отрицательной полярности, поступающее на базу триода 5-Т12 откроет его, когда база станет более отрицательной, чем эмиттер. Когда триод 5-Т14 открыт, то он определяет работу схемы до тех пор, пока с формирователя импульсов не поступит импульс восстановления.

Потенциал коллектора триода 5-Т12 станет положительным и будет удерживать туннельный диод 5-Д18 в «низком» состоянии, блокируя схему строб-импульса развертки.

Отрицательный импульс, вырабатываемый схемой формирователя импульсов, когда триод 5-Т4 закрывается, открывает триод 5-Т8. Триод 5-Т12 закрывается и туннельный диод 5-Д18 способен перебросится от действия запускающего импульса.

Когда переключатель «РЕЖИМ Б» установлен в положение «ЖДУЩ.», схемы строб-импульса развертки, разъединительного диода и генератора развертки работают так, как было описано в разделе «Генератор развертки А» для режима «ЖДУЩ.» при действии запускающего импульса.

Однако, в положениях «Б ПОДСВ. А» и «Б» переключателя «ВИД РАЗВЕРТКИ», генератор развертки Б не будет синхронизироваться, когда переключатель «РЕЖИМ Б» установлен в положение «АВТ.».

Когда триод 5-Т12 закрыт, ток протекает через 5-R49, 5-R46 и 5-Д18. Этого тока недостаточно для переключения диода 5-Д18. Однако в положении «Б» через 5-R45 поступает дополнительный ток. Суммарный ток достаточен для переключения диода 5-Д18. Хотя развертка Б не синхронизируется, ее изображение на экране будет устойчивым, так как она каждый раз будет начинаться с определенной точки развертки А.

Если развертка А заканчивается раньше развертки Б, положительный импульс, выработанный триодом 5-Т7 во время обратного хода развертки А, закроет триод 5-Т8. Триод 5-Т12 от-

кроется и прекратит развертку Б, удерживая туннельный диод 5-Д18 в «низком» состоянии.

5. 3. 39. Усилитель горизонтального отклонения

Горизонтальный усилитель состоит из входного усилителя 5-Т16, 5-Т17, фазоинвертора (5-Т18, 5-Т19), ограничивающей схемы (5-Д31, 5-Д32, 5-Д33, 5-Д34) и выходного усилителя.

5. 3. 40. Входной усилитель

Вид входного сигнала для усилителя горизонтального отклонения выбирается переключателем В13 «ВИД РАЗВЕРТКИ».

В положениях «А», «Б ПОДСВ. А», «Б» отрицательное пилообразное напряжение поступает на входной каскад на триоде 5-Т16 или от генератора развертки А, или от генератора развертки Б. В положении «ВНЕШ.» внешний сигнал поступает на входной каскад на триоде 5-Т17. Входной усилитель имеет низкое входное сопротивление и управляется током по базе.

В положении «ВНЕШ.» множитель развертки В14 автоматически устанавливается в положение «×0,1». Сигнал для внешнего горизонтального отклонения поступает от синхронизатора Б на базу триода 5-Т17.

Переключателем источника синхронизации Б(В16) можно выбрать и внутренний сигнал из канала I (переключатель В8 «ВНУТР. СИНХР.» установлен в положение «1»), и внешний сигнал, подаваемый на входной разъем «ВХОД Х». Когда выбран внутренний сигнал, коэффициент отклонения канала I, установленный переключателем В2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» становится коэффициентом отклонения по горизонтали. Более подробные сведения об отклонении луча по горизонтали внешним сигналом приведены в описании раздела «СИНХРОНИЗАТОР Б».

Горизонтальное перемещение производится ручкой «ГРУБО» — R85 и «ПЛАВНО» — R84.

Изменение горизонтального положения луча производится изменением входного тока усилителя на триоде 5-Т16.

5. 3. 41. Фазоинвертор

Фазоинвертор на триодах 5-Т18 и 5-Т19 преобразует однотактный входной сигнал в двухтактный. Усиление этого каскада обратно пропорционально сопротивлению между эмиттерами триодов 5-Т18 и 5-Т19. Переключатель В14 увеличивает калиброванное усиление в 10 раз подключением параллельного эмиттерного сопротивления (общее сопротивление между эмиттера-

ми уменьшается). Переменные резисторы R82 (усиление ×1) и R86 (усиление ×10) регулируют общее усиление горизонтального усилителя при обычной (1) и умноженной (0,1) развертках.

5. 3. 42. Оконечный усилитель

Выход фазоинвертора соединяется с оконечным усилителем на триодах 5-Т20, Т7, 5-Т21, Т8; каждое плечо усилителя можно рассматривать, как однотактный усилитель с обратной связью, усиливающий входной токовой сигнал до необходимой величины, достаточной для горизонтального отклонения луча электронно-лучевой трубки. Входное сопротивление каскада мало, изменения входного напряжения незначительны. Конденсаторы 5-С38 и 5-С39 регулируют переходную характеристику каскада для получения высокой линейности при быстрых развертках.

Потенциометр 5-R101 регулирует выходной ток оконечного усилителя для получения неподвижности изображения при растяжке в центре экрана в том случае, когда на эмиттерах фазоинверторов равные потенциалы. Величина сигнала выходного усилителя ограничивается последовательно включенными диодами 5-Д32 и 5-Д34, которые предотвращают насыщение триодов выходного усилителя. Когда выходное напряжение падает ниже 5В, последовательно включенный диод закроется, и откроется один из параллельно включенных диодов 5-Д33, 5-Д31. Он закорачивает вход, в результате чего ограничивается верхний предел напряжения триода.

Кнопка «ПОИСК ЛУЧА» Кн2 уменьшает изображение по горизонтали, ограничивая ток триодов Т7, Т8. Когда кнопка нажата, питание от источника +150 В прекращается и каскад запитывается от источника +80 В через Д5, R103.

С уменьшением тока выходного каскада уменьшается величина выходного напряжения.

Резистор R99 в этом случае служит нагрузкой для источника +150 В.

5. 3. 43. Калибратор

Калибратор амплитуды и длительности предназначен для калибровки коэффициентов отклонения каналов I и II тракта вертикального отклонения луча, калибровка длительностей разверток А и Б и компенсации выносных делителей 1:10.

Калибратор состоит из релаксационного генератора прямоугольных импульсов (микросхема 3-А1), параметрического стабилизатора (3-R90, 3-Д41) и выходного делителя (3-R105, 3-R106, R87, R88).

5. 3. 44. Генератор

Релаксационный генератор прямоугольных импульсов собран на микросхеме 3-А1 типа 140УД2 и содержит времязадающую цель отрицательной обратной связи — цепочки 3-R95, 3-С48 и резистивный делитель 3-R97, 3-R101, 3-R108 в цепи положительной обратной связи. Он работает в результате перезаряда времязадающего конденсатора 3-С48 между двумя уровнями напряжения определенными резистивным делителем 3-R97, 3-R101, 3-R108. Точная установка частоты выходных импульсов калибратора осуществляется с помощью потенциометра 3-R101.

5. 3. 45. Стабилизатор.

Параметрический стабилизатор состоит из резистора 3-R90, стабилитрона 3-Д41. Стабилизатор работает в режиме переключения и сигнал с него через диод 3-Д40 и делитель поступает на выход калибратора.

Точная установка амплитуды выходных импульсов калибратора осуществляется с помощью потенциометра 3-R105.

Когда переключатель В12 «АВТ. ЖДУЩ. ОДНОКР.» находится в положении «ОДНОКР.» на выходе калибратора (разъем «ВЫХОД ⎍ КАЛИБР.») напряжение постоянно и равно амплитуде импульсов.

5. 3. 46. Выходной делитель

Выходной делитель состоит из резисторов 3-R105, 3-R106, R87, R88 и обеспечивает два выходных напряжения калибратора.

В положении переключателя В15 «IV» напряжение снимается со стабилитрона 3-Д41 через 3-R105, 3-R106; в положении «0,1V» выходной сигнал снимается с делителя R87—R88.

5. 3. 47. Выносной делитель 1 : 10

Для расширения диапазона напряжений исследуемых сигналов применяется выносной делитель, предназначенный для деления входного сигнала 1:10.

Конструктивно выносной делитель 1:10 представляет собой приборную часть (с подстроечными элементами R2, R3, С3), которая связана гибким кабелем (РК-200-2-11) длиной 1 м с рабочим щупом.

Приборная часть состоит из разъема, крышки, печатной платы с монтажными элементами, корпуса, имеющего отверстия для доступа к регулировочному элементу С3.

Рабочий щуп представляет собой посеребренный металлический корпус карандашной формы, внутри которого имеется RC-цепочка (R1, C1).

Потенциометры R2, R3 предназначены для настройки частотной характеристики делителя, а подстроечный конденсатор C3 — для регулировки прямоугольной формы импульса.

Максимальная амплитуда входного сигнала составляет 300 В; параметры входа: $R_{вх}=10$ МОм$\pm 10\%$, $C_{вх}\leq 12$ пФ. Погрешность деления $\pm 10\%$.

5. 3. 48. Усилитель «Z»

При помощи усилителя «Z» осуществляется управление яркостью и подсветом луча электроннолучевой трубки Л7. Различные сигналы, поступающие на вход усилителя, преобразуются в импульсы, с помощью которых увеличивается и уменьшается яркость луча, полностью гасится изображение или отдельные его участки.

Входные сигналы поступают на эмиттер триода 4-Т3 Триод обеспечивает нагрузку для всех входных сигналов.

Диоды 4-Д5 и 4-Д6 защищают схему от больших напряжений при минимальной яркости подсвета луча. Триоды 4-Т2 и 4-Т4 усиливают сигнал. Конденсатор 4-С5 обеспечивает В.Ч. коррекцию. Выходной сигнал снимается с триода 4-Т1.

Диод 4-Д2 улучшает передачу отрицательного фронта.

Сигналы на усилитель поступают от следующих источников:

а) от генератора развертки А — для подсвечивания изображения во время развертки А;

б) от генератора развертки Б — для подсвечивания изображения при положении переключателя «ВИД РАЗВЕРТКИ» — «Б»;

в) от генератора развертки Б — для подсвечивания изображения развертки Б при положении переключателя «Б ПОДСВ. А»;

г) от схемы коммутатора вертикального канала — для гашения переходных процессов при переключении каналов;

д) от внешнего сигнала, приложенного к внешнему входу «Z».

Потенциометр «ЯРКОСТЬ» (R90), подсоединенный между источником +10 В и землей, изменяет ток через триод 4-Т3. При вращении ручки «ЯРКОСТЬ» против часовой стрелки, ток через триод 4-Т3 будет уменьшаться. Выходной сигнал усилителя и напряжение управляющей сетки электроннолучевой трубки будут более отрицательными, чем напряжение смещения трубки, которое гасит луч.

При уменьшении тока напряжение на коллекторе триода 4-Т3 становится положительным и диод 4-Д5 закрывается, а 4-Д6 — открывается.

В случае максимальной яркости через триод 4-Т3 протекает максимальный ток. При этом ток через триод 4-Т1 также увеличивается, вырабатывая более положительное сеточное смещение ЭЛТ, что увеличивает яркость изображения. Опорный диод 4-Д1, подсоединенный к источнику +80 вольт, фиксирует коллекторное напряжение 4-Т1 на уровне +95 при максимальной яркости. Это напряжение подается на регулировку «АСТИГ.».

Подсвечивание изображения разверток происходит аналогично.

Во время обратного хода развертки изображение на экране не подсвечивается вследствие того, что через триод 4-Т3 протекает минимальный ток. Это повышает выходной уровень триода 4-Т1 до уровня, установленного ручкой «ЯРКОСТЬ», обеспечивая видимость луча на экране. Когда переключатель В13 «ВИД РАЗВЕРТКИ» находится в положении «Б ПОДСВ. А», на экране будет наблюдаться подсвеченный участок развертки А.

В положении «ВНЕШ.» переключателя В13 на эмиттер триода 4-Т3 подается +10 В через R91. На экране можно наблюдать внешний горизонтальный сигнал.

Импульс гашения от схемы коммутатора вертикального канала гасит ход луча на время переключения каналов. До переключения ток протекает через 4-R17. При переключении коммутатора триод 1-Т18 усилителя гасящего импульса временно закрывается, уменьшая ток через триод 4-Т3. Вследствие этого выходной уровень сигнала усилителя «Z» уменьшается, переходные процессы, возникающие при переключении, не подсвечиваются.

Сигнал, поступающий на гнездо «ВХОД Z», подается на катод электронно-лучевой трубки и усилитель «Z».

Низкочастотные сигналы не поступают на катод ЭЛТ, так как блокируются конденсатором С108. Они проходят на усилитель «Z», уменьшая яркость, если они положительны, и увеличивая ее, если отрицательны. Высокочастотные сигналы подаются непосредственно на катод ЭЛТ, вызывая тот же эффект, что и НЧ сигналы, проходящие на усилитель «Z».

Этим обеспечивается почти постоянная яркостная модуляция от 1 Гц до 50 МГц.

5. 3. 49. Управление электронно-лучевой трубкой

Высоковольтный трансформатор Тр1 (У11) имеет выходную обмотку, которая обеспечивает отрицательное и поло-

жительное ускоряющие напряжения и напряжение смещения электронно-лучевой трубки. Положительное ускоряющее напряжение, составляющее +8,5 кВ, подается от выпрямителя напряжения Д1÷Д10 (У4). Заземление этого источника осуществляется через резистивную спираль внутри трубки, вывод 7 и R141.

Отрицательное ускоряющее напряжение для катода электронно-лучевой трубки поступает от однополупериодного выпрямителя Д1÷Д3 (У2). Выходное напряжение равно минус 1,9 кВ.

Выпрямитель И23.215.208 (У3) обеспечивает отрицательное напряжение управляющей сетки. Уровень выходного напряжения изменяется потенциометром R1 (У11) для регулировки сеточного смещения электронно-лучевой трубки.

Импульс подсвета от усилителя «Z» подается на вывод «3» схемы выпрямителя И23.215.208 (У3).

Фокусировка изображения регулируется ручкой «ФОКУС» (R134). Делитель R145, R134, R159* подсоединен между источником питания минус 1,9 кВ и корпусом.

Напряжение, приложенное к фокусировочной сетке, более положительное (относительно корпуса), чем напряжение управляющей сетки или катода.

Потенциометр R139 осуществляет регулировку астигматизма, которая наряду с регулировкой фокуса обеспечивает резкость и четкость изображения, изменяя положительный уровень сетки астигматизма электронно-лучевой трубки.

Регулировка геометрических искажений производится потенциометром R142. Изменяя положительный потенциал на горизонтальных отклоняющих пластинах, добиваются устранения геометрических искажений изображения.

Два потенциометра (R130, R131) управляют ходом луча, изменяя магнитное поле вокруг трубки.

Сигнал, подаваемый на «ВХОД Z», прикладывается как к цепи катода, так и к цепи управляющей сетки через усилитель «Z».

5. 3. 50. Блок питания

Блок питания обеспечивает питающими напряжениями осциллограф при включении его в сеть переменного тока (220±22) В с частотой (50±0,5) Гц или напряжением (115±5,75) В, 220±11) В частотой (400±12) Гц и содержанием гармоник до 5%.

Электрические данные блока питания сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Наименование напряжения, В	Ток нагрузки, А	Коэффициент стабилизации	Напряжение пульсации, В	Примечание
+6,3	0,6	1000	0,002	
—6,3	0,3	1000	0,002	
+10	0,4	1000	0,002	
—10	0,5	1000	0,002	
+80	0,25	1000	0,008	
+150	0,12	2	4	
+8500	0,0001	20	40	
—1900	0,0007	20	0,7	
—1980	0,0002	20	0,5	
~6,3	0,35	—	—	Источник под потенциалом 1900 В
~9	0,2	—	—	
+27	0,6	—	2	Для питания вентилятора и преобразователя высоковольтного

Выпрямитель стабилизатора +10 В выполнен по двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах Д9, Д10. Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром (конденсатор С95) и подводится к стабилизатору, в котором Т14 — регулирующий триод, Т13 10-Т5 — составные триоды, 10-Т6 — усилитель напряжения обратной связи, 10-Т4 — триод защиты источника +10 В от коротких замыканий, 10-Д7 — термокомпенсирующий диод. Диод 10-Д6 защищает транзистор 10-Т6 при коротких замыканиях источника +10 В.

Величину напряжения +10 В можно регулировать в пределах 9÷11 В потенциометром 10-R18.

При увеличении напряжения питающей сети напряжение на выходе стабилизатора увеличивается, увеличивая положительный потенциал базы триода 10-Т6. Триод приоткрывается, подзапирая триоды 10-Т5, Т13, Т14. Выходное напряжение остается постоянным. Стабилизация напряжения осуществляется также при уменьшении питающего напряжения и при изменении тока нагрузки.

Для получения +6,3 В используется источник +10 В и резистор R157.

Выпрямитель стабилизатора минус 10 В выполнен на диодах Д11, Д12 по двухполупериодной схеме со средней точкой.

Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром (конденсатор С96) и подается на стабилизатор напряжения, в котором Т16 регулирующий триод, Т15, 10-Т8 — составные триоды, 10-Т9, 10-Т10 — триоды дифференциального усилителя напряжения обратной связи, 10-Т7 — триод защиты источника минус 10 В от коротких замыканий.

Опорное напряжение снимается со стабилитронов 10-Д8, 10-Д9. Напряжение минус 10 В является опорным для стабилизаторов +10 В и +80 В.

Диод 10-Д11 защищает стабилизатор минус 10 вольт при попадании на него напряжений +10 В, +80 В, а также отключает его при коротком замыкании источника +10 В.

Величину напряжения минус 10 В регулируют в пределах 9÷11 В потенциометром 10-R26.

При увеличении напряжения питающей сети напряжение на выходе стабилизатора увеличивается, что вызывает увеличение напряжения на базах триодов 10-Т9, 10-Т10. Они приоткрываются, подзапирая триоды 10-Т8, Т15, Т16. Выходное напряжение остается постоянным.

При коротком замыкании источника минус 10 В увеличивается положительный потенциал на базе триода 10-Т7. Он открывается, подзапирая триоды 10-Т8, Т15, Т16.

Для получения напряжения минус 6,3 В используется источник минус 10 В и резистор R158.

Выпрямитель стабилизатора +80 В выполнен по мостовой схеме на диодах 9-Д5÷9-Д8. Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром С94 и подводится на стабилизатор напряжения, в котором Т9, Т11 — регулирующие триоды, Т10. Т12, 10-Т2 — составные триоды, 10-Т3 — усилитель напряжения обратной связи, 10-Т1 — триод защиты источника +80 В от перегрузок, 10-Д5 — термокомпенсирующий диод.

При коротком замыкании источника +80 В увеличивается напряжение на резисторе 10-R3, триод 10-Т1 открывается, подзапирая триоды 10-Т2, Т9, Т12. Диод Д8 выравнивает напряжение на регулирующих транзисторах Т9 и Т11 при коротком замыкании источника +80 В.

Величину напряжения +80 В можно регулировать в пределах 75÷85 вольт потенциометром 10-R10. Конденсаторы 10-С1 и С97 устраняют возможность самовозбуждения стабилизатора +80 В.

Выпрямитель стабилизатора +150 В выполнен по мостовой схеме на диодах 9-Д1÷9-Д4. Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром С93. Напряжение на конденсаторе С93 суммируется с напряжением +80 В и таким обра-

зом получается напряжение +150 В. Предохранитель Пр3 служит для защиты источника +150 В от перегрузок.

Выпрямитель источника +27 В, питающий вентилятор М1 и преобразователь высоковольтный, выполнен по двухполупериодной схеме на диодах Д6, Д7. Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром (конденсатор С91). Предохранитель Пр2 служит для защиты источника от коротких замыканий.

Преобразователь высоковольтный выдает постоянные стабилизированные напряжения минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ, +8,5 кВ. Питание его осуществляется напряжением +27 В, +80 В, +10 В, минус 10 В, +150 В.

В преобразователе транзистор Т1 (У11) и подсоединенная к нему схема образуют генератор класса «С», вырабатывающий синусоидальное напряжение частотой 18÷40 кГц. Транзистор Т1 (У11) кроме функций генератора выполняет функции регулятора. Он поддерживает постоянным напряжение на первичной и вторичной обмотках трансформатора Тр1 (У11) при изменении напряжения + 27 В. При увеличении напряжения +27 В увеличивается напряжение источника минус 1,9 кВ. Через делитель R1÷R5 (У2), R1 (У1), R2 (У1) часть этого отрицательного напряжения прикладывается к транзисторам Т1 (У1), Т2 (У1). Они закрываются, приоткрывая транзистор Т3 (У1). Транзистор Т3 (У1) закрывает транзистор Т4 (У1). Сопротивление коллектор-эмиттер транзистора Т4 (У1) увеличивается, уменьшая базовый ток транзистора Т1 (У11) и он закрывается, оставляя неизменным напряжение на первичной и вторичной обмотках трансформатора Тр1 (У11).

Стабилизация напряжения минус 1,9 кВ происходит также при уменьшении питающего напряжения +27 В и изменении тока нагрузки. Стабилизация напряжений минус 1,9 кВ и 8,5 кВ происходит только при изменении питающего напряжения +27 В и изменении тока нагрузки.

Регулировка всех напряжений осуществляется потенциометром R1 (У1), а напряжение минус 1,98 кВ дополнительно потенциометром R1 (У11).

Выпрямитель минус 1,98 кВ выполнен на диодах Д1÷Д3 (У2) по однополупериодной схеме. Выпрямленное напряжение фильтруется сначала емкостным фильтром С4 (У2), а затем RC фильтром — R6, C2, C3 (У2).

Выпрямитель И23.215.208 (У3) предназначен для получения напряжения минус 1980 В. Переменное напряжение, снимаемое с вывода (6) трансформатора Тр1 (У11), ограничивается диодами Д1, Д2 (У3) и подается на двухполупериодный выпрямитель на диодах Д3, Д4 (У3).

Диоды Д3, Д4 (У3) и резистор R7 (У3) выполняют также функцию привязки уровня импульса подсвета. Уровень ограничения и тем самым величина выходного напряжения задается переменным резистором R1 (У11). Выпрямленное напряжение порядка минус 80 В после диодов Д3, Д4 (У3) суммируется с напряжением минус 1900 В и таким образом на выходе получаем напряжение минус 1980 В.

Выпрямитель +8,5 кВ выполнен по однополупериодной схеме выпрямления с упятерением напряжения (диоды Д1÷Д10 (У4) и конденсаторы С1÷С5 (У4). Умноженное напряжение фильтруется RC фильтром R1, C6, C7 (У4).

5. 4. НАЗНАЧЕНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

5. 4. 1. Органы управления и присоединения (рис. 1) расположенные на лицевой панели:

«СЕТЬ» — тумблер включения и выключения прибора: свечение сигнальной лампочки указывает, что осциллограф включен;

«ЯРКОСТЬ» — устанавливает необходимую яркость изображения;

«ФОКУС» — регулирует четкость изображения;

«ПОИСК ЛУЧА» — возвращает изображение в пределы экрана при нажатии в том случае, когда изображение выходит за пределы экрана;

«ШКАЛА» — регулирует освещение шкалы.

Канал вертикального отклонения

«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — устанавливает коэффициент отклонения соответствующего канала;

«УСИЛЕНИЕ» — обеспечивает плавную регулировку коэффициента отклонения — перекрытие не менее, чем 2,5 раза в каждом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

« » — регулирует перемещение луча по вертикали;

«БАЛАНСИР.» — балансирует вертикальный усилитель в положениях «0,005», «0,01» и «0,02» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

«КОРР.» — регулирует усиление усилителя; цвет этой надписи и положения «0,02» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» указывает на то, что усиление необходимо подстраивать в этом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

«≂ ⊥ ~» — устанавливает режим работы входа усилителя;

» ≂» — на вход усилителя поступает исследуемый сигнал вместе с постоянной составляющей;

«⊥» — вход усилителя отключается от источника исследуемого сигнала и заземляется;

«∼» — на вход усилителя исследуемый сигнал поступает через разделительный конденсатор;

«ВХОД» — высокочастотное гнездо для подачи исследуемых сигналов;

«РЕЖИМ РАБОТЫ» — выбирает режим работы канала вертикального отклонения:

«I» — на экране ЭЛТ наблюдается сигнал канала I;

«II» — на экране ЭЛТ наблюдается сигнал канала II;

«ПРЕР.» — на экране ЭЛТ наблюдаются изображения сигналов обоих каналов; переключение каналов осуществляется с частотой порядка 500 кГц;

«ПООЧЕР.» — на экране ЭЛТ наблюдаются изображения сигналов обоих каналов; переключение каналов осуществляется в конце каждого прямого хода развертки;

«I±II» — на экране ЭЛТ наблюдается алгебраическая сумма сигналов каналов I и II;

«ВНУТР. СИНХР.» — выбирает источник внутреннего синхронизирующего сигнала:

«I, II» — развертка синхронизируется сигналами обоих каналов (или одного); сигнал канала I поступает на высокочастотное гнездо «ВЫХОД I КАН.»;

«I» — развертка синхронизируется только сигналом канала I;

«ПОЛЯРНОСТЬ» — изменяет полярность исследуемого сигнала канала II;

«+» — фаза сигнала не меняется;

«—» — фаза сигнала изменяется на 180°.

Синхронизация А и Б

«+, —» — выбирается полярность сигнала, синхронизирующего развертку;

«+» — развертка синхронизируется положительной частью запускающего сигнала; «—» — отрицательной частью;

«∼, ∼ВЧ, ∼ НЧ, ≂» — выбирается режим запуска схемы синхронизации;

«∼» — не проходит постоянная составляющая и сигналы частотой ниже 30 Гц ослабляются;

«∼ВЧ» — не проходит постоянная составляющая и ослабляются сигналы частотой ниже 30 кГц;

«∼НЧ» — не проходит постоянная составляющая и ослабляются сигналы частотой выше 30 кГц;

«≃» — проходит сигнал с постоянной составляющей;

«ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, ВНЕШ. 1:10» — выбирает источник синхронизирующего сигнала;

«ВНУТР.» — синхронизация развертки осуществляется исследуемым сигналом из канала вертикального отклонения. Источник внутреннего синхронизирующего сигнала выбирается переключателем «ВНУТР. СИНХР.»;

«СЕТЬ» — развертка синхронизируется частотой питающей сети;

«ВНЕШ. 1:1» — развертка синхронизируется внешним сигналом, поданным на высокочастотное гнездо «ВХОД»;

«ВНЕШ. 1:10» — внешний синхронизирующий сигнал ослабляется в 10 раз;

«УРОВЕНЬ» — выбирает уровень амплитуды сигнала, запускающего развертку;

«ВХОД» — входное высокочастотное гнездо для внешнего синхронизирующего сигнала; высокочастотное гнездо «ВХОД Х» синхронизации Б используется в качестве внешнего горизонтального входа, когда переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» находится в положении «ВНЕШ.»;

«СТАБ. ВЧ» — обеспечивает получение устойчивого изображения сигналов выше 10 МГц (только для развертки А);

« ⏚ » — зажим защитного заземления.

Развертка А и Б

«МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» — обеспечивает изменение задержки развертки от 0,5 до 10 делений. Время задержки определяется переключателем «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.»;

« ◄► » — регулирует перемещение луча по горизонтали;

«ГРУБО» — осуществляет горизонтальное перемещение в пределах всего экрана;

«ПЛАВНО» — осуществляет плавную регулировку по горизонтали;

«А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — переключатель «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» устанавливает скорость развертки А и время задержки, которое умножается на значение, установленное ручкой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ». Переключатель «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» устанавливает скорость развертки Б (задержанная развертка);

«ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» — обеспечивает плавную регулировку скорости развертки А;

«РЕЖИМ А» — устанавливает режим работы развертки А;

«АВТ.» — в этом режиме вырабатывается пилообразное на-

пряжение независимо от запускающего сигнала. Синхронизация осуществляется любым сигналом с частотой не ниже 30 Гц;

«ЖДУЩ.» — запуск развертки осуществляется только при наличии синхронизирующего сигнала;

«ОДНОКР.» — запуск развертки осуществляется одиночным сигналом; для следующего запуска необходима подготовка схемы (кнопка «ГОТОВ»);

«ВИД РАЗВЕРТКИ» — устанавливает режим горизонтальной развертки;

«А» — горизонтальная развертка вырабатывается схемой развертки А. Развертка Б не работает;

«Б ПОДСВ. А» — работают развертки А и Б; в этом положении проверяется длительность и положение развертки Б относительно А;

«Б» — устанавливается переключателем «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.». Режим развертки определяется положением переключателя «РЕЖИМ Б»;

«ВНЕШ.» — линия развертки создается внешним сигналом, который подается на коаксиальное гнездо «ВХОД Х» синхронизации Б;

«УМНОЖ. 1—0,1» — увеличивает скорость развертки в положении «0,1» в 10 раз за счет растяжки центрального участка изображения; сигнальная лампочка указывает, когда используется умножение скорости развертки;

«РЕЖИМ Б» — устанавливается режим работы развертки Б;

«АВТ.» — пилообразное напряжение развертки Б вырабатывается автоматически, спустя определенный промежуток времени после начала развертки А; время задержки устанавливается переключателем «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и ручкой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ»;

«ЖДУЩ.» — пилообразное напряжение развертки Б вырабатывается после времени задержки с приходом запускающего импульса;

«СИНХР. А» — свечение лампочки указывает на то, что развертка А синхронизируется и вырабатывается пилообразное напряжение;

«ГОТОВ» — свечение сигнальной лампочки указывает на то, что развертка может быть запущена приходящим сигналом; после окончания цикла развертки следует вновь нажать на кнопку «ГОТОВ», чтобы подготовить схему развертки к новому запуску;

«ДЛИНА А» — регулирует амплитуду развертки А (длину линии развертки на экране ЭЛТ); в крайнем правом положении линия развертки на экране ЭЛТ занимает не менее 10 делений по горизонтали; в крайнем левом — 3 ± 2 деления; умень-

шение амплитуды пилообразного напряжения приводит к увеличению частоты повторения развертки Б, что увеличивает яркость изображения развертки Б;

«ВЫХОД КАЛИБР.» — высокочастотное гнездо выхода сигнала калибратора амплитуды и длительности;

5. 4. 2. Органы управления на боковой панели

«АСТИГ.» — используется совместно с ручкой «ФОКУС» для получения четкого изображения;

«ДЛИТ. Б» — обеспечивает плавную регулировку скорости развертки Б;

«КОРР. ДЛИТ.» — подстраивает длительность развертки;

«1» — в положении множителя скорости развертки «1»;

«0,1» — в положении множителя скорости развертки «0,1»;

«ВЫХОД I КАН.» — высокочастотное гнездо, на которое поступает сигнал с выхода предусилителя канала 1 (переключатель «ВНУТР. СИНХР.» установлен в положение «I, II»);

«ВЫХОД А» — высокочастотное гнездо, на которое поступает прямоугольный импульс, по длительности совпадающий с разверткой А;

«ВЫХОД Б» — высокочастотное гнездо, на которое поступает прямоугольный импульс, по длительности совпадающий с разверткой Б;

«1; 0,1» — тумблер выбора выходного напряжения калибратора 1 В или 0,1 В;

«УСТАН. ЛИНИИ ЛУЧА» — устанавливает горизонтальную линию луча параллельно центральной линии сетки шкалы;

«ЯРКОСТЬ I» — дополнительная регулировка яркости изображения.

5. 4. 3. Органы управления на задней панели

«ВХОД Z» — низкочастотные гнезда для подачи сигнала, осуществляющего яркостную модуляцию луча ЭЛТ;

«СЕТЬ» — разъем для подлкючения питающей сети;

«2А» — держатель вставки плавкой сети;

«~115V400Hz; ~220V50 Hz 400 Hz» — тумблер выбора напряжения питающей сети.

6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

В приборах имеются напряжения, опасные для жизни, поэтому категорически запрещается работа с прибором, если на нем нет защитного кожуха и его корпус не заземлен. Перед включением прибора в сеть необходимо заземлить зажим защитного заземления, обозначенный « ⏚ ».

Все перепайки делать только при выключенном тумблере «СЕТЬ», а при перепайках в схеме блока питания и на лицевой панели прибора необходимо вынимать из сети вилку шнура питания ввиду опасности поражения напряжением сети.

При измерениях в схеме питания ЭЛТ следует пользоваться высоковольтным пробником, так как в схеме имеется высокое напряжение. Следует помнить, что это напряжение сохраняется и после выключения прибора в течение 3÷5 минут.

7. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

7. 1. Общие положения

В случае большой разности температур между складскими и рабочими помещениями, полученные со склада приборы выдерживаются не менее двух часов в нормальных условиях в упаковке.

После длительного хранения в условиях повышенной влажности, приборы перед включением должны быть выдержаны в нормальных условиях в течение 6 часов.

После распаковки проверяется комплектность прибора в соответствии с ведомостью промышленного комплекта.

Перед установкой прибора на рабочее место следует снять защитную смазку и протереть прибор чистой сухой тряпкой.

С вилок, розеток и разъемов, шнуров питания и кабеля снять бумагу.

Для удобства работы с прибором ручка переноса, закрепленная на боковых стяжках, используется как подставка, для установки которой необходимо в местах крепления одновременно нажать на нее, повернуть и отпустить, зафиксировав под нужным углом.

Прибор во время работы должен быть установлен так, чтобы обеспечивалась свободная вентиляция. Вентиляционные отверстия кожуха прибора не должны быть закрыты другими предметами.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала перед включением прибора следует убедиться в правильности подсоединения шнура питания, наличии и соответствии предохранителей на задней стенке прибора, проверить положение тумблера напряжения сети.

Перед подключением прибора к источнику питания необходимо заземлить корпус прибора.

Примечание. При сочленении розетки с вилкой кабельной (соединители радиочастотные типа СР...) сочленительные разъемы фиксировать поворотом вращающейся гайки. Запрещается производить сочленение, поворачивая корпус вилки. При подключении к гнездам Г4,0б ГОСТ 24733-81 во избежание их поломки использовать штепсели Ш4, 0б ГОСТ 24733-81. Применение других штепселей не допускается.

7. 2. ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЯМ

7. 2. 1. Регулировка яркости

При регулировке яркости изображения возможно нарушение фокусировки. В этом случае необходима подстройка при помощи ручки «ФОКУС».

Для предохранения люминофора ЭЛТ от прожигания исключения появления обратного хода луча не следует вводить чрезмерную яркость. Следует учесть, что при переключении переключателей «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.», «ВИД РАЗВЕРТКИ», «РЕЖИМ РАБОТЫ», а также при изменении напряжения питающей сети возможно изменение яркости. В этом случае необходимо ручкой «ЯРКОСТЬ» выставить яркость изображения удобной для наблюдения.

Дополнительная регулировка яркости (при необходимости) осуществляется резистором R1 «ЯРКОСТЬ I» ЯП3.219.006 Э3) выведенным под шлиц на боковую стенку прибора.

7. 2. 2. Установка горизонтальной линии луча

Для проверки совпадения луча ЭЛТ с горизонтальными линиями шкалы установить линию развертки в центре экрана и проверить параллельность ее с центральной горизонтальной линией шкалы при помощи ручки используемого канала. При необходимости добиться параллельности при помощи регулировки потенциометром R131 «УСТАН. ЛИНИИ ЛУЧА» выведенным под шлиц на боковую стенку.

7. 2. 3. Регулировка астигматизма

Для проверки правильной установки ручки «АСТИГ.» медленно вращаем ручку «ФОКУС», проходя через положение наилучшей фокусировки. При правильной установке ручки «АСТИГ.» вертикальные и горизонтальные участки изображения будут хорошо сфокусированы в одном и том же положении ручки «ФОКУС».

Для правильной установки ручки «АСТИГ.» необходимо:

— подать сигнал калибратора величиной 1 В на вход одного из каналов и переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установить величину изображения 2 деления;

— установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,2 ms»;

— в среднем положении ручек «ФОКУС» и «АСТИГ.» установить такую яркость изображения, чтобы был виден фронт калиброванного импульса.

Установить ручку «АСТИГ.» так, чтобы горизонтальный и вертикальный участки изображения одинаково фокусировались (но не обязательно, чтобы очень хорошо).

При помощи ручки «ФОКУС.» добиться, чтобы вертикальная часть изображения была как можно тоньше. Для получения наилучшей фокусировки два предыдущих пункта можно повторить. Проверить фокусировку при нормальной яркости.

7. 2. 4. Поиск луча

Если изображение находится за пределами видимой части экрана, то при нажатии кнопки «ПОИСК ЛУЧА» изображение возвращается в пределы рабочей части экрана. Для того, чтобы изображение вернуть в пределы рабочей части экрана, необходимо проделать следующее.

Нажать кнопку «ПОИСК ЛУЧА».

При нажатой кнопке «ПОИСК ЛУЧА» уменьшить величину изображения до 3 делений, либо изменением величины входного сигнала, либо изменением коэффициента отклонения.

Выставить изображение на середину экрана при помощи ручки « ↕ ».

Отпустить кнопку «ПОИСК ЛУЧА» и изображение должно остаться в пределах экрана.

7. 2. 5. Выбор канала вертикального отклонения

Для работы с осциллографом в одноканальном режиме можно использовать любой из входных каналов. Исследуемый сигнал подается на вход выбранного канала, а переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» устанавливается в соответствующее положение «I» или «II».

Для работы осциллографа в двухканальном режиме необходимо подать сигнал на два входа и установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в нужное положение двухканального режима.

7. 2. 6. Способы подачи исследуемого сигнала

Подачу исследуемого сигнала через делитель 1 : 10 можно считать наиболее удобным способом, так как при этом входное сопротивление прибора оказывается равным 10 МОм, а входная емкость уменьшается до 12 пФ и поэтому прибор почти не нагружает исследуемую схему. Однако при этом происходит деление исследуемого сигнала в 10 раз. С использованием делителя 1:10 частотная характеристика прибора по переменному току расширяется в области низких частот до 0,16 Гц.

При исследовании высокочастотных сигналов большой амплитуды сигналы на вход можно подавать при помощи короткого неэкранированного кабеля.

7. 2. 7. Усилитель вертикального отклонения

Переключатель «≂, ⊥, ~» выбирает вид связи канала вертикального отклонения с источником исследуемого сигнала. В положении «≂» связь с источником исследуемого сигнала осуществляется по постоянному току. Этот режим может быть использован в подавляющем большинстве случаев. Однако, если постоянная составляющая исследуемого сигнала намного больше переменной составляющей, то целесообразно выбирать связь источника исследуемого сигнала с каналом вертикального отклонения по переменному току «~», когда конденсатор входной цепи не пропускает постоянную составляющую. При исследовании низкочастотных сигналов следует учитывать, что в режиме «~» нижний предел частотной характеристики составляет 1,6 Гц.

В положении «⊥» вход усилителя вертикального отклонения отключается от источника исследуемого сигнала и заземляется. В этом положении («⊥») для устранения возможной наводки с гнезда «ВХОД» усилителя вертикального отклонения (вход которого заземлен) сигнал рекомендуется снимать.

Коэффициент отклонения канала вертикального отклонения зависит от величины исследуемого сигнала, способа подачи его на вход прибора (через делитель 1:10 или прямой кабель) и устанавливается переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Выбранные коэффициенты отклонения, установленные переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.», будут калиброванные, когда ручка «УСИЛЕНИЕ» находится в крайнем правом положении.

При помощи ручки «УСИЛЕНИЕ» можно изменять коэффициент отклонения в каждом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» не менее, чем в 2,5 раза.

Для проверки калиброванного коэффициента отклонения каждого канала установить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «0,02», ручку «УСИЛЕНИЕ» — в крайнее правое положение. Установить тумблер выбора выходного напряжения калибратора на боковой панели в положение «0,1 V» и соединить прямым кабелем вход проверяемого канала с гнездом «ВЫХОД ⎍ КАЛИБР.». На экране ЭЛТ изображение импульсов калибратора должно занимать точно 5 делений по вертикали. Если величина изображения по вертикали отличается от 5 делений, то следует точно выставить 5 делений при помощи регулировки «КОРР.», выведенной под шлиц на переднюю панель.

Для проверки независимости режима усилителя вертикального отклонения от переключения обратных связей в трех первых положениях входного аттенюатора установить переклю-

чатель выбора режима работы входной цепи усилителя в положение «I», переключатель «РЕЖИМ А» — в положение «АВТ.» для получения линии развертки на экране ЭЛТ.

Устанавливая переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ» сначала в положение «0,02», а затем в положение «0,005», наблюдаем за смещением линии развертки по вертикали. Если линия развертки смещается, то необходимо осуществить подстройку усилителя при помощи регулировки «БАЛАНСИР.». Балансировка осуществляется в центре экрана ЭЛТ в положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» «0,005». При помощи ручки «БАЛАНСИР.» линию развертки возвращают в положение, которое она занимала при «0,02». Так делают несколько раз до тех пор, пока линия развертки не перестанет перемещаться при установке переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «0,02» и «0,005».

При вращении ручки «УСИЛЕНИЕ» из крайнего правого положения в крайнее левое допускается перемещение линии развертки на 0,5 деления.

7. 2. 8. Двухканальный режим

Перерывистый режим

При установке переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПРЕР.» на экране ЭЛТ наблюдаются исследуемые сигналы канала I и канала II. Переключение каналов осуществляется с частотой порядка 500 кГц. Наилучший результат дает использование прерывистого режима при скоростях развертки от 0,5 мс/дел и ниже, а также при исследовании двух однократных процессов. При более высоких скоростях развертки становятся видны моменты переключения каналов, что затрудняет наблюдение исследуемых сигналов.

В прерывистом режиме внутренняя синхронизация осуществляется при установке переключателя «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I». В положении «I, II» переключателя «ВНУТР. СИНХР.» синхронизация исследуемым сигналом будет неустойчива, так как развертка будет запускаться импульсами коммутатора, переключающего каналы I и II.

Внешняя синхронизация в прерывистом режиме дает результат, аналогичный установке в положение «I» переключателя «ВНУТР. СИНХР.».

В прерывистом режиме можно исследовать два сигнала при наличии между ними временной зависимости. Если исследуемые сигналы независимы от времени, изображение исследуемого процесса в канале II неустойчиво. Два однократных случайных сигнала, временной интервал между которыми подбирается переключателем «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.», можно исследовать в прерывистом режиме. Для правильного запуска развертки сигнал канала I должен предшествовать сигналу канала II.

Поочередный режим.

При установке переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПООЧЕР.» на экране ЭЛТ наблюдаются исследуемые сигналы канала I — канала II. Переключение каналов производится через каждый прямой ход развертки, в течение первого прямого хода развертки исследуемый сигнал поступает из канала I, а в течение следующего прямого хода развертки из канала II. Поочередный режим может быть использован во всех положениях переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.», однако при низких скоростях развертки режим поочередного переключения каналов становится видимым, что затрудняет наблюдение исследуемых сигналов. Поочередный режим используется при скоростях развертки 0,5 мс/дел. и выше.

В поочередном режиме внутренняя синхронизация осуществляется в любом положении переключателя «ВНУТР. СИНХР.». В положении «I, II» развертка синхронизируется сигналом каждого канала и в этом случае получается устойчивое изображение двух сигналов, независимых во времени друг от друга, но теперь нельзя определить временной связи между сигналами. В положении «I» можно наблюдать устойчивое изображение двух сигналов только в случае наличия временной зависимости между ними.

Последовательное включение усилителей канала I и канала II

При необходимости уменьшения минимального коэффициента отклонения канала вертикального отклонения (увеличения чувствительности) предусилитель канала I можно использовать как предварительный усилитель для канала II. Для этого необходимо подать входной сигнал на вход канала I, соединить кабелем И22.850.218Сп высокочастотные гнезда «ВЫХОД I КАН.» на боковой панели и «ВХОД» канала II. Переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» установить в положение «II», переключатель «ВНУТР. СИНХР.» — в положение «I, II», а переключатели «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» каждого канала — в положение «0,005». В этом случае коэффициент отклонения будет не более 1 мВ/дел.

Для получения калиброванной чувствительности 1 мВ/дел необходимо сигнал калибратора величиной 0,1 В подать на вход канала I. Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I установить в положение «0,1», а переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала II в положение «0,005». Ручкой «УСИЛЕНИЕ» канала II точно установить величину изображения — 5 делений по вертикали. Коэффициент отклонения определится делением значения переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I на 5. Например, в положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I «0,1» калиб-

рованный коэффициент отклонения будет 0,02 В/дел. Если с источником сигнала необходима связь по переменному току, то переключатель «~ ⊥ ≈» канала I необходимо поставить в положение «~», а переключатель «~⊥ ≈» канала II — в положение «≈».

Желательно, чтобы регулировка « ↕ » обоих каналов находилась в среднем положении. Если исследуемый сигнал имеет постоянную составляющую, то регулировку « ↕ » канала II оставляют в среднем положении, а регулировкой « ↕ » канала I располагают изображение в центре экрана. Все остальные перемещения изображения осуществляют регулировкой « ↕ » канала II. Такой способ перемещения обеспечивает линейный режим входных предусилителей. Входной предусилитель канала I можно использовать в качестве согласующего каскада с входным сопротивлением 1 МОм.

7. 2. 9. Алгебраическое суммирование

В положении «I±II» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ» можно исследовать сумму или разность двух сигналов, при этом синфазные сигналы, которые являются нежелательными, ослабляются в 10 раз (на частоте 20 МГц). В этом же режиме можно компенсировать постоянную составляющую, подавая постоянное напряжение на один канал для компенсации постоянной составляющей другого канала. Коэффициент ослабления синфазных сигналов превышает 10:1 на частоте 20 МГц для сигналов с амплитудой, превышающей в 8 раз значение, установленное переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». В диапазоне 0÷5 МГц можно добиться коэффициента ослабления порядка 100:1 путем тщательной подстройки усиления каждого канала при исследовании синфазных сигналов.

При использовании режима сложения следует руководствоваться следующими положениями:

— не превышать входные допустимые напряжения;

— не подавать на вход сигналов, величина которых более чем в 20 раз превышает величину, установленную переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

— при возможности удерживать регулировку « ↕ » в среднем положении; это обеспечивает наибольший динамический диапазон в режиме алгебраического сложения.

7. 2. 10. Источник запуска

«ВНУТР.». Внутренняя синхронизация может быть использована в большинстве случаев. В положении «ВНУТР.» переключателя выбора источника синхронизирующего сигнала сигнал поступает из канала вертикального отклонения луча. Переключатель «ВНУТР. СИНХР.» обеспечивает подачу синхронизирующего сигнала либо из канала I (в положении «I»), либо после коммутатора (в положении «I, II»). В однолучевом режиме при исследовании сигнала любым каналом удобнее пользоваться положением «I, II». О выборе источника внутренней синхронизации при двухканальном режиме было сказано выше.

«СЕТЬ». В этом положении переключателя выбора источника синхронизирующего сигнала сигнал с частотой питающей сети поступает на вход схемы синхронизации. Синхронизация от сети используется, когда исследуемый сигнал имеет временную зависимость от частоты сети, либо в том случае, когда в сложном сигнале есть составляющие с частотой сети.

«ВНЕШ. 1:1». В этом положении переключателя выбора источника синхронизирующего сигнала синхронизация осуществляется внешним сигналом, подаваемым на гнездо «ВХОД». Для получения устойчивой синхронизации исследуемого процесса внешний сигнал должен зависеть во времени от исследуемого сигнала. Внешний сигнал для синхронизации используется в том случае, если внутренний синхронизирующий сигнал слишком мал или содержит составляющие, нежелательные для синхронизации.

Этот режим удобен тем, что развертка все время синхронизируется одним и тем же сигналом, что позволяет исследовать сигналы различной амплитуды, частоты и формы без перестройки регулировок синхронизации.

«ВНЕШ. 1:10». Принцип работы схемы в этом положении аналогичен работе в положении «ВНЕШ. 1:1» с учетом того, что входной сигнал синхронизации делится в 10 раз. Деление внешнего сигнала большой амплитуды необходимо для расширения предела регулировки ручки «УРОВЕНЬ». Когда переключатель выбора режима запуска установлен в положение «~НЧ», деление внешнего сигнала равно 1 : 20.

7. 2. 11. Выбор режима запуска

В приборе предусмотрено 4 режима запуска схемы синхронизации, которые выбираются переключателем выбора режима запуска. Каждое положение позволяет выбрать определенные составляющие исследуемого сигнала, которые осуществляют запуск схемы синхронизации.

«∼». В этом положении постоянная составляющая запускающего сигнала не поступает на вход схемы синхронизации, а также ослабляются сигналы с частотой ниже 30 Гц. Этот режим запуска может быть использован в большинстве случаев.

Точка запуска зависит от среднего уровня запускающего сигнала. Если запускающие сигналы будут случайными, не периодическими, то средний уровень напряжения будет меняться, что будет изменять и точку запуска, а это может привести к нарушению синхронизации. В этом случае пользоваться режимом «∼» не рекомендуется.

«∼ **ВЧ**» — В этом положении постоянная составляющая не поступает на вход схемы синхронизации, а также ослабляются сигналы с частотой ниже 30 кГц, и поэтому развертка синхронизируется только высокочастотными составляющими запускающего сигнала. Этот режим рекомендуется для устойчивой синхронизации, если запускающий сигнал содержит составляющие питающей сети, а также в положении «ПООЧЕР.» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ» на высоких скоростях развертки при исследовании двух независимых сигналов («ВНУТР. СИНХР.» в положении «I, II»).

«∼ **НЧ**» — В этом положении постоянная составляющая не поступает на вход схемы синхронизации, а также ослабляются сигналы в пределах от 30 кГц до 50 МГц. Когда осуществляется запуск схемы синхронизации сложным сигналом, это положение используется для получения устойчивой синхронизации НЧ составляющих.

«≋». В этом положении обеспечивается устойчивая синхронизация низкочастотными сигналами, которые ослабляются в положении «∼», а также сигналами с малой частотой повторения. При помощи регулировки «УРОВЕНЬ» обеспечивается запуск схемы синхронизации на любом уровне запускающего сигнала. При внутренней синхронизации регулировки « » вертикального канала также изменяют уровень запуска.

Режим «≋» не рекомендуется использовать в положении «ПООЧЕР.» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ», когда переключатель «ВНУТР. СИНХР.» установлен в положение «I, II». Устойчивая синхронизация в этом случае обеспечивается в положении «I» переключателя «ВНУТР. СИНХР.».

7. 2. 12. Полярность запуска

Переключатель «+, —» устанавливает полярность сигнала, запускающего развертку. В положении «+» развертка запускается положительной частью синхронизирующего сигнала, в положении «—» — отрицательной частью запускающего сигнала.

Когда на экране ЭЛТ наблюдается несколько периодов исследуемого сигнала, положение переключателя полярности запуска не имеет значения. Однако при исследовании определенной части периода правильное положение переключателя имеет значение.

7. 2. 13. Уровень запуска

При помощи регулировки «УРОВЕНЬ» выбирается точка на запускающем сигнале, в которой синхронизируется развертка. Когда ручка «УРОВЕНЬ» вращается в сторону «+», схема синхронизации запускается более положительным участком запускающего сигнала. Когда ручка «УРОВЕНЬ» вращается в сторону «—», схема синхронизации запускается более отрицательным участком запускающего сигнала.

Прежде чем установить ручку «УРОВЕНЬ», необходимо выбрать источник синхронизации, режим запуска схемы синхронизации и полярность запуска. Затем устанавливают ручку «УРОВЕНЬ» в среднее положение. Если развертка не синхронизируется в этой точке, подстраивают ручку «УРОВЕНЬ» до появления синхронизации. В положении «—» переключателя выбора режима запуска, синхронизацию можно получить при любом положении ручки «УРОВЕНЬ» в зависимости от уровня постоянной составляющей запускающего сигнала. Для нахождения точки, в которой синхронизируется развертка, вращают ручку «УРОВЕНЬ» против часовой стрелки до конца. Затем медленно вращают ручку «УРОВЕНЬ» по часовой стрелке до тех пор, пока развертка не засинхронизируется.

7. 2. 14. Стабильность ВЧ

Регулировка «СТАБ. ВЧ» обеспечивает устойчивое изображение исследуемых сигналов при скоростях развертки 20 нс/дел. и 10 нс/дел., когда невозможно получить устойчивое изображение при помощи регулировки «УРОВЕНЬ»; подстройку производят ручкой «СТАБ. ВЧ» до получения минимальной размытости по горизонтали. Влияние этой регулировки незаметно при низких скоростях развертки.

7. 2. 15. Режим А

«АВТ.». В большинстве случаев можно использовать работу схемы развертки в режиме автозапуска. Этот режим используется, чтобы получить линию развертки при отсутствии запускающего сигнала. При наличии запускающего сигнала устойчивая синхронизация получается с помощью регулировки ручки «УРОВЕНЬ». Сигнальная лампочка «СИНХР. А» загорает-

ся, когда развертка синхронизируется. В отсутствие запускающего сигнала или когда частота запускающего сигнала меньше 30 Гц, развертка не синхронизируется.

«ЖДУЩ.». При наличии запускающего сигнала в этом режиме развертка работает так же, как и в режиме «АВТ.» при наличии запускающего сигнала, и сигнальная лампочка «СИНХР. А» загорается, когда развертка синхронизируется. При отсутствии запускающего сигнала схема развертки не срабатывает. Ждущий режим используется при исследовании сигналов с частотой ниже 20 Гц и в том случае, когда линия развертки не нужна на экране ЭЛТ при отсутствии запускающего сигнала.

«ОДНОКР.» Этот режим используется для исследования непериодических редко повторяющихся сигналов, а также сигналов, изменяющихся по амплитуде, форме или во времени. Данный режим может быть использован для фотографирования непериодических сигналов.

Для получения однократного режима установить переключатель «РЕЖИМ А» в положение «ЖДУЩ.» переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положение «А» и с помощью ручки «УРОВЕНЬ» получить устойчивое изображение исследуемого сигнала. Затем сигнал с гнезда «ВХОД» снять, переключатель «РЕЖИМ А» установить в положение «ОДНОКР.» и нажать кнопку «ГОТОВ». При этом должна загореться индикаторная лампочка (вмонтированная в кнопке «ГОТОВ».), а запуска развертки не должно быть. Если индикаторная лампочка не загорелась, произвести очередное нажатие (2÷3 раза) кнопки «ГОТОВ.» до загорания лампочки.

При подаче исследуемого сигнала на гнездо «ВХОД» развертка должна однократно запуститься, а лампочка кнопки «ГОТОВ» погаснуть. В таком состоянии лампочка остается до тех пор, пока снова не нажать кнопку «ГОТОВ.» для следующего запуска развертки исследуемым сигналом.

Если режим однократного запуска работает неустойчиво (лампочка при нажатии кнопки не загорается или развертка запускается самопроизвольно или не запускается при подаче исследуемого сигнала), необходимо изменить положение ручки «УРОВЕНЬ» развертки «А», при этом синхронизация в положении «ЖДУЩ.» должна оставаться устойчивой. После этого режим однократного запуска повторить, как описано выше.

Результат считается удовлетворительным, если при включении однократного режима развертка «А» запускается однократно только при наличии запускающего сигнала, и только в том случае, когда схема готова к запуску, о чем сигнализирует индикаторная лампочка кнопки «ГОТОВ.».

7. 2. 16. Выбор длительности развертки

При помощи переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» выбирается длительность калиброванной развертки генераторов развертки. В пределах каждого положения переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» плавная регулировка длительности осуществляется при помощи ручек «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» и «ДЛИТ. Б». Длительности разверток А и Б калиброваны, когда ручки «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» и «ДЛИТ. Б» находятся в крайнем правом положении. Скорость разверток А и Б устанавливается ручкой переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.».

Для точных измерений временных интервалов рекомендуется использовать часть развертки, ограниченную первым и девятым делением шкалы, то есть крайние деления шкалы не используются.

На диапазонах 1 с/дел., 0,5 с/дел. и 0,2 с/дел практически невозможно произвести точное измерение временных интервалов, так как электронно-лучевая трубка не имеет длительного послесвечения. Эти диапазоны считаются обзорными.

Перед проведением измерений временных интервалов необходимо проверить точность калибровки длительности развертки по собственному калибратору. Для этого соединить гнездо «ВЫХОД ⎍ КАЛИБР.» при помощи прямого кабеля с гнездом «ВХОД» канала I, переключатель «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установить в положение «0,2 ms», переключатель «УМНОЖ.»— в положение «x1». Получить на экране изображения двух периодов импульсов калибратора, которое должно занимать точно 10 делений шкалы по горизонтали. В случае несоответствия необходима подрегулировка при помощи потенциометра «КОРР. ДЛИТ. x1» на боковой панели, выведенного под шлиц.

7. 2. 17. Растяжка длительности развертки

Предусмотрена десятикратная растяжка центрального участка длительности развертки. Эквивалентная длительность растянутой развертки составляет 100 делений и любой участок растянутой развертки величиной в 10 делений можно устанавливать на экране ЭЛТ при помощи ручек « ГРУБО», «ПЛАВНО». Регулировка «ПЛАВНО» используется при растянутой длительности для точного совмещения исследуемого сигнала с линиями шкалы электронно-лучевой трубки.

Для того, чтобы использовать растяжку длительности развертки, вначале перемещаем в центр экрана осциллографа тот

участок, который необходимо растянуть (рис. 2). Затем переключатель множителя развертки устанавливаем в положение «УМНОЖ. 0,1». При помощи регулировки «ПЛАВНО» устанавливаем изображение растянутого участка, как нам необходимо. Когда переключатель множителя развертки установлен в положение «УМНОЖ. 0,1», загорается сигнальная лампочка, а скорость развертки определяется произведением показаний переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» на 0,1.

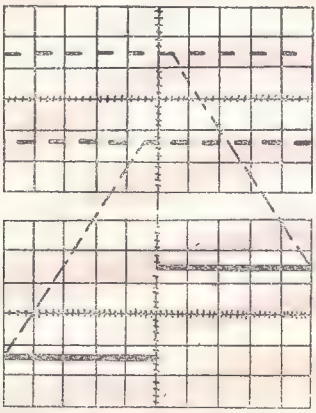


Рис. 2. Растяжка длительности развертки.

Например, если переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен в положение «0,5 μs», то скорость растянутой развертки равна «0,05 мкс». Растянутая развертка калибрована только в том случае, если ручки «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» и «ДЛИТ. Б» находятся в крайнем правом положении.

7. 2. 18. Задержанная развертка

Задержанная развертка вырабатывается в положениях «Б» и «Б ПОДСВ. А» переключателя «ВИД РАЗВЕРТКИ». Развертка А определяет время, на которое задерживается развертка Б. Скорость задержанной развертки устанавливается переключателем «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.». В положении «Б ПОДСВ. А» переключателя «ВИД РАЗВЕРТКИ» на экране осциллографа будет такое изображение, как на рис. 4. Величина времени задержки от начала развертки А до подсвеченного участка определяется положением переключателя «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и шкалой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ». На рис. 3 показана шкала «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ».

Рис. 3.

Подсвеченный участок изображения вырабатывается разверткой Б. Длительность этого участка определяется переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». Когда переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» устанавливается в положение «Б», на экране ЭЛТ будет наблюдаться подсвеченный участок изображения со скоростью развертки, установленной переключателем «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» (рис. 4).

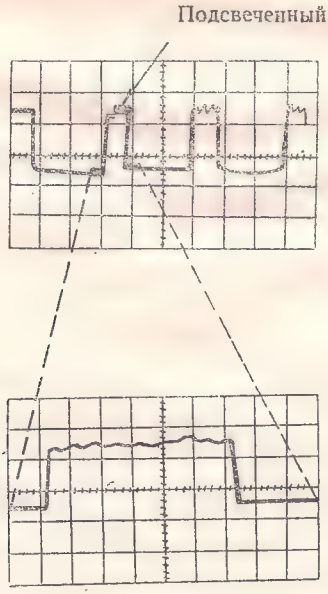


Рис. 4. Растяжка подсвеченного участка.

«РЕЖИМ Б». Переключатель «РЕЖИМ Б» обеспечивает два режима задержанной развертки. В положении «АВТ.» развертка Б вырабатывается сразу после установленной задержки времени (рис. 5а). В этом положении развертка Б фактически не синхронизируется. Однако, так как время задержки одинаково для каждого пилообразного напряжения, изображение исследуемого сигнала будет устойчивым. В положение «ЖДУЩ.» генератор развертки запускается первым синхронизирующим импульсом, проходящим после установленной задержки времени (рис. 5б).

«ДЛИНА А». Регулировка эта наиболее полезна, когда работают с использованием задержанной развертки. При вращении ручки «ДЛИНА А» против часовой стрелки от крайнего положения амплитуда пилообразного напряжения, а, следовательно, и длина линии горизонтальной развертки на экране ЭЛТ уменьшается до тех пор, пока не станет равной 3±2 деления шкалы в крайнем левом положении ручки «ДЛИНА А». Эта ручка используется для увеличения частоты повторения пилообразного напряжения задержанной развертки.

Для этого, чтобы пользоваться ручкой «ДЛИНА А», переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» устанавливают в положение «Б ПОДСВ. А» и затем устанавливают нужное время задержки и скорость задержанной развертки. Вращая ручку «ДЛИНА А» против часовой стрелки, устанавливают ее в таком положении, когда развертка А заканчивается сразу же после подсвеченного участка. Затем установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б». В этом случае мы получим максимально возможную частоту повторения задержанной развертки Б.

Режим задержанной развертки.

Для получения задержанной развертки необходимо проделать следующее:

— установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б ПОДСВ. А»;

— установить переключатель «РЕЖИМ Б» в нужное положение;

— при использовании режима «ЖДУЩ.» необходимо правильно установить режим запуска развертки Б;

— установить необходимое время задержки переключателем «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и шкалой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ»;

— оттянуть на себя ручку «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и установить требуемую скорость развертки Б;

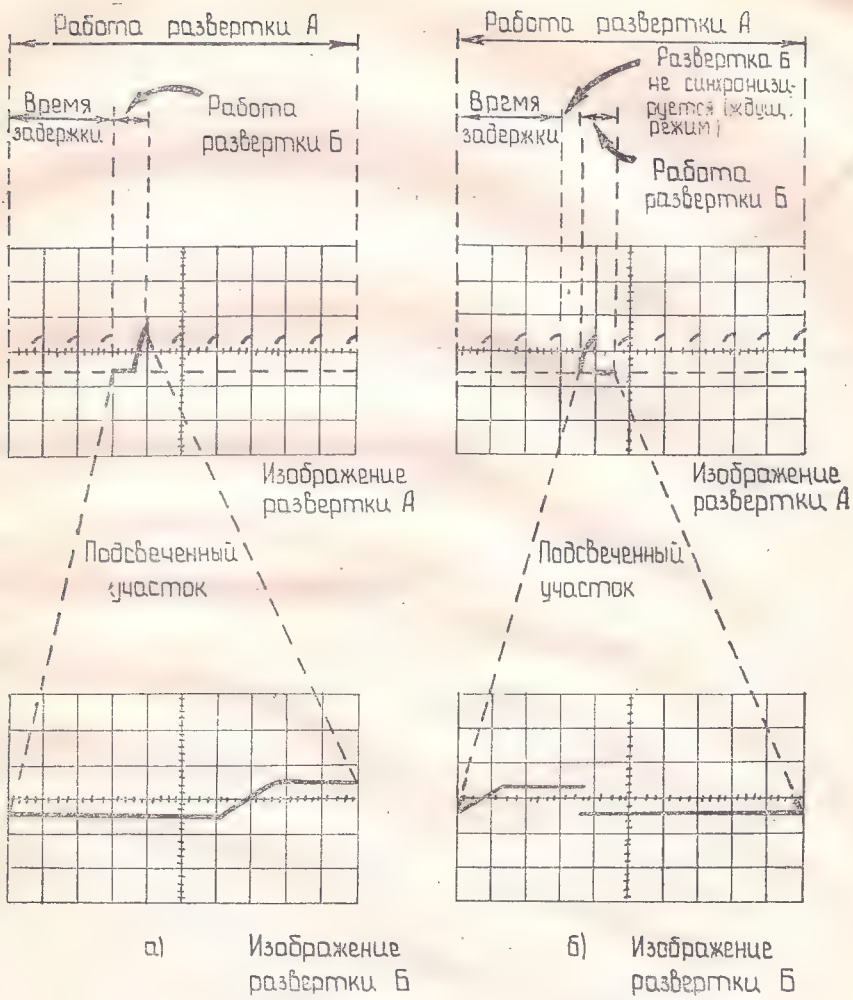


Рис. 5. Сравнение режимов задержанной развертки Б
а) режим «АВТ.» б) режим «ЖДУЩ.»

— если используется положение «ЖДУЩ.» переключателя «РЕЖИМ Б», проверить изображение подсвеченного участка. Отсутствие подсвеченного участка развертки А указывает, что развертка Б синхронизируется неправильно.

В этом случае ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации Б добить-

ся формы и синхронизации исследуемого сигнала, как в положении «АВТ.» переключателя «РЕЖИМ Б»;

— установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б».

В этом положении на экране ЭЛТ будет наблюдаться участок изображения, подсвеченный в положении «Б ПОДСВ. А» на скорости развертки, установленной переключателем «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.».

Внешняя горизонтальная развертка.

В некоторых случаях необходимо исследовать зависимость одного сигнала относительно другого (X=Y), а не от времени (внутренняя развертка). В положении «ВНЕШ.» переключателя «ВИД РАЗВЕРТКИ» внешний сигнал поступает на горизонтальный усилитель для создания горизонтальной развертки.

Можно использовать два режима внешней горизонтальной развертки. Установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I», переключатель выбора источника синхронизирующего сигнала Б — в положение «ВНУТР.», переключатель выбора режима запуска схемы синхронизации Б — в положение «≈». В этом случае горизонтальная развертка образуется сигналом, подаваемым на вход канала I. Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I показывает калиброванный коэффициент отклонения канала горизонтального отклонения (в этом случае ручка «УСИЛЕНИЕ» канала I не действует). Установить ручку « » в среднее положение и ручкой « » канала I подстроить положение горизонтальной линии развертки.

В положениях «ВНЕШ. 1 : 1, 1 : 10» переключателя выбора источника синхронизирующего сигнала Б внешний сигнал для создания горизонтальной развертки подается на высокочастотное гнездо «ВХОД» синхронизации Б. Этот сигнал поступает на переключатель выбора режима запуска схемы синхронизации Б, которым можно ослабить нежелательные составляющие внешнего сигнала. В этом режиме получения горизонтальной развертки коэффициент отклонения горизонтального канала не калиброван.

7. 2. 19. Яркостная модуляция

Яркостная модуляция может использоваться для получения нужной информации об исследуемом сигнале без изменения его формы. Модулирующий сигнал поступает на гнезда «ВХОД Z», расположенные на задней панели прибора. Амплитуда напря-

жения, требуемая для осуществления яркостной модуляции, зависит от положения ручки «ЯРКОСТЬ». При среднем уровне яркости сигнал с размахом 5 В создает заметную яркостную модуляцию.

При помощи внешнего сигнала можно производить измерение временных интервалов при некалиброванной развертке, а также в том случае, когда горизонтальная развертка создается внешним сигналом. Если временные метки не зависят во времени от исследуемого сигнала, следует использовать однократную развертку с внутренним запуском для получения устойчивого изображения. Самое четкое изображение получается, когда яркостная модуляция осуществляется сигналом с крутыми фронтами. Когда гнездо «ВХОД Z» не используется, его желательно закорачивать на «землю».

7. 2. 20. Калибратор

Выходное напряжение калибратора представляет собой прямоугольные импульсы с частотой следования 1 кГц. Выходное напряжение калибратора используется для проверки усиления вертикального канала и длительности развертки. Сигналы калибратора используются также для проверки и компенсации выносного делителя 1:10. Кроме того, сигнал калибратора может использоваться как источник сигнала для других приборов.

Калибратор вырабатывает прямоугольные импульсы с размахом 1 В и 0,1 В. Величина выходного напряжения калибратора устанавливается тумблером на боковой панели «1V; 0,1 V».

Частота повторения импульсов калибратора довольно стабильна. Поэтому калибратор используется при проверке длительности развертки.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

8. 1. Перед включением прибора органы управления установить в следующие положения:

электронно-лучевая трубка —
«ЯРКОСТЬ» — в среднее положение;
«ФОКУС» — в среднее положение;
«ШКАЛА» — в крайнее левое положение;
регулировки вертикального канала —
«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «0,02»;
«УСИЛЕНИЕ» — в крайнее правое положение;
« » — в среднее положение;

«~ ⊥ ≈ » — «⊥» (корпус);
«РЕЖИМ РАБОТЫ» — «I» (канал I);
«ВНУТР., СИНХР.» — «I, II»;
«ПОЛЯРНОСТЬ» — «+»;
регулировки синхронизации (А и Б):
«УРОВЕНЬ» — в крайнее правое положение;
«±» — «+»;
«~; ~НЧ, ~ ВЧ, ≈ » — «≈»;
«ВНУТР. СЕТЬ, ВНЕШ. 1 : 1, 1 : 10» — «ВНУТР.»;
регулировки развертки:
«МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» — «0,40»;
«А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «1 ms»;
«ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» — в правом крайнем положении;
«РЕЖИМ Б» — «АВТ.»;
«ВИД РАЗВЕРТКИ» — «А»;
«УМНОЖ. 1; 0,1» — «1»;
« » — в среднее положение;
«ДЛИНА А» — в крайнее правое положение;
«РЕЖИМ А» — «АВТ.»;
регулировки на боковой панели:
«ДЛИТ. Б» — в крайнее правое положение;
«КАЛИБР.» — «0,1 V»;
регулировки на задней панели:
«~115 V 400 Hz; ~220 V 50 Hz 400 Hz» —
«~220 V 50 Hz 400 Hz»

8. 2. С помощью шнура питания подсоединить прибор к сети. Предварительно прикрепить изоляционную втулку шнура питания к задней стенке прибора винтом и шайбой, находящимися на ней. Включить тумблер «СЕТЬ». При этом должна загореться лампочка.

8. 3. Регулировать яркость только после установления луча около средней линии рабочей части экрана.

8. 4. Регулировкой «ФОКУС» установить одинаковую резкость изображения по всей линии луча.

8. 5. Ручкой « » вертикального перемещения канала I совместить линию развертки с одной из горизонтальных линий сетки.

8. 6. Поворачивать ручку «ШКАЛА» по часовой стрелке. Начиная с некоторого положения ручки, градуированные линии сетки начинают подсвечиваться (иногда для лучшей видимости применяются фильтры). Установить ручку подсвета шкалы так, чтобы линии сетки подсвечивались, как требуется.

8. 7. Перевести переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I с

положения «0,02» на «0,005». Если вертикальное положение линии изменилось, требуется балансировка (п. 7. 2. 7).

8. 8. Установить переключатель «~ ⊥ ≈ » канала I в положение «~» и подсоединить 50-омным кабелем выход калибратора ко входам каналов I и II при помощи тройника СР-50-95ФВ.

8. 9. Поворачивать ручку «УРОВЕНЬ» синхронизации А к среднему положению до получения устойчивого изображения. Обратить внимание, что при устойчивом изображении зажигается лампочка «СИНХР. А».

8. 10. Ручкой « » вертикального перемещения канала I отцентрировать изображение, представляющее собой прямоугольные импульсы (5 делений по амплитуде, 10 периодов по длительности).

Если амплитуда изображения не составляет 5 делений, требуется регулировка потенциометром «КОРР.».

8. 11. Ручкой вертикального перемещения канала I сместить изображение до верхнего края шкалы.

8. 12. Переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» установить в положение «II».

8. 13. Ручкой « » вертикального перемещения канала II установить изображение по центру экрана. Изображение должно быть аналогичным предыдущему. В случае несоответствия проделать операции, описанные в п.п. 8.7÷8.11 только для канала II.

8. 14. Ручкой вертикального перемещения сместить изображение до нижней черты шкалы.

8. 15. Переключить тумблер «ПОЛЯРНОСТЬ» в положение «—». Изображение сместилось вверх. Переключить тумблер обратно.

8. 16. Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПРЕР.». На экране видны оба изображения, идущие по каналам I и II в положениях, определенных пунктами 8.11 и 8.14. Провернуть переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» по всем диапазонам. Убедиться, что изображение чередуется на всех длительностях развертки.

8. 17. Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПООЧЕР.», а переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «10 mS». Процесс переключения заметен по прерывистой линии сигнала. Установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I»; линия сигнала будет более сплошной. Провернуть переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» по всему диа-

пазону. Изображение двух лучей будет существовать на всех скоростях развертки, но в отличие от режима «ПРЕР.», каждый сигнал изображается по своей линии с разделением каналов по времени. Вернуть переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «1 mS».

8. 18. Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «I±II», а переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — в положение «0,05». Изображение будет составлять четыре деления по амплитуде. Убедиться, что каждая из ручек вертикального положения сдвигает изображение.

8. 19. Установить тумблер «ПОЛЯРНОСТЬ» в положение «—». Изображение представляет собой прямую линию, что означает равенство нулю суммы двух сигналов.

8. 20. Установить один из переключателей «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «0,02». Амплитуда изображения (три деления) показывает, что алгебраическая сумма двух сигналов больше не равна нулю. Вернуть переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «I», а оба переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — в положение «0,2». Установить тумблер «ПОЛЯРНОСТЬ» в положение «+».

8. 21. Установить тумблер «1 V; 0,1 V» выбора выходного напряжения калибратора в положение «1 V». Поворачивать ручку «УРОВЕНЬ» синхронизации А вдоль ее диапазона до установления неподвижного изображения. Заметить, что лампочка «СИНХР. А» зажигается, когда изображение засинхронизировано.

8. 22. Установить переключатель «РЕЖИМ А» в положение «ЖДУЩ.». Ручкой «УРОВЕНЬ» засинхронизировать изображение. Лампочка «СИНХР. А» действует точно так же, как и при режиме «АВТ.». Вернуть переключатель «РЕЖИМ А» в положение «АВТ.».

8. 23. Установить переключатель синхронизации А «±» в положение «—». Линия начнется на отрицательной части импульса. Вернуть переключатель в положение «+»; линия луча начнется с положительной части прямоугольного импульса.

8. 24. Установить переключатель «~, ~ВЧ, ~ НЧ, ≈» в положение «≈». Поворачивать ручку « ↕ » вертикального перемещения канала I до тех пор, пока изображение станет неустойчивым. Вернуть переключатель «~, ~ВЧ ~НЧ, ≈ » в положение «~»; изображение опять устойчиво. Поскольку смещение изображения изменяет уровень постоянной составляющей, это показывает, как влияет на синхронизацию изменение постоянного уровня при режиме запуска « ≈ ».

Возвратить изображение на середину экрана.

8. 25. Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «II», изображение должно быть устойчивым. Отсоединить сигнал от канала I, изображение станет неустойчивым. Установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I, II»; изображение опять станет устойчивым.

8. 26. Подсоединить сигнал «ВЫХОД ⎍ КАЛИБР.» на вход канала II и вход синхронизации А. Переключатель выбора источника синхронизации А установить в положение «1:1 ВНЕШ.». Операции с регулировками «±», «≂, ~ВЧ, ~НЧ, ≂»; «УРОВЕНЬ», «ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, 1:10», аналогичны описанным выше.

8. 27. Установить переключатель выбора источника в положение «1:10 ВНЕШ.». Операции— как и при режиме «1:1 ВНЕШ.». Заметить, что ручка «УРОВЕНЬ» имеет меньший диапазон регулировки в этом режиме, так как сигнал делится. Вернуть переключатель выбора источника в положение «ВНУТР.».

8. 28. Операции с органами управления синхронизации Б аналогичны описанным по синхронизации А.

8. 29. Установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «10 ms» и ручку «УМНОЖ.» в положение «0,1». Изображение будет аналогичным получаемому при положении переключателя «1 ms» и выключенной растяжке — ручка «УМНОЖ.» в положении «I».

8. 30. Провернуть ручку « ⟷ ГРУБО» по всему диапазону; изображение будет перемещаться по горизонтали. Регулировка «ПЛАВНО» дает возможность более точно установить изображение в нужном положении. Возвратить начало изображения к левой линии сетки.

8. 31. Оттянуть ручку переключателя «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и установить в положение «0,1 ms». (Время задержки остается «1 ms»). Установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б ПОДСВ. А». Подсвеченный участок (около одного деления по длине) будет виден в начале сигнала. Провернуть шкалу «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» по всему диапазону, подсвеченный участок будет перемещаться вдоль изображения.

8. 32. Установить переключатель «РЕЖИМ Б» в положение «ЖДУЩ.». Провернуть шкалу «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» вдоль всего диапазона и отметить, что подсвеченный участок появляется скачком между положительными участками изображения. Установить переключатель «±» синхронизации Б в положение «—»; подсвеченный участок начинается на отрицательной части изображения. Провернуть ручку «УРОВЕНЬ»

синхронизации Б; подсвеченный участок изображения исчезает, когда ручка «УРОВЕНЬ» выходит из диапазона синхронизации. Возвратить ручку «УРОВЕНЬ» в среднее положение.

8. 33. Установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б». Провернуть «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» по всему диапазону; на экране должно быть видно около двух периодов сигнала, край импульса виден только при интенсивной яркости. Изображение будет устойчивым, развертка Б синхронизируется.

8. 34. Установить переключатель «РЕЖИМ Б» в положение «АВТ.». Провернуть «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» по всему диапазону; изображение будет непрерывно перемещаться вдоль экрана по мере вращения ручки «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ».

8. 35. Установить шкалу «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» в крайнем положении (против часовой стрелки), а переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положении «Б ПОДСВ. А». Повернуть ручку «ДЛИНА А» против часовой стрелки, длина изображения уменьшилась Поворачивая ручку «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ», отметить увеличение длины развертки по мере перемещения изображения вдоль экрана. Вернуть ручку «ДЛИНА А» в прежнее положение, а переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «А».

8. 36. Установить переключатель «РЕЖИМ А» в положение «ОДНОКР.». Отсоединить сигнал калибратора от входа канала II. Нажать кнопку «ГОТОВ». Индикация ее свидетельствует о готовности схемы к запуску. Подсоединить сигнал на вход канала II. На экране появится изображение и кнопка «ГОТОВ» погаснет. Вернуть переключатель «РЕЖИМ А» в положение «АВТ.».

8. 37. Подсоединить сигнал от калибратора на входы каналов I и II. Установить переключатели: «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «ВНЕШ.», «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I» и «~, ~ ВЧ, ~ НЧ, ≈ » в положение « ≈ ». Ручку «ЯРКОСТЬ» поворачивать по часовой стрелке до тех пор, пока по диагонали не будут видны две точки. Положение изображения по горизонтали регулируется ручкой « » канала I и по вертикали — ручкой « » канала II.

8. 38. Подсоединить сигнал от калибратора на входы канала II и синхронизации Б. Установить переключатель выбора источника синхронизации Б в положение «ВНЕШ. 1:1». Изображение будет составлять 5 делений по вертикали и около 3,7 делений по горизонтали. Установить переключатель вы-

бора источника в положение «ВНЕШ. 1:10», изображение уменьшится в 10 раз по горизонтали. Уменьшить яркость подсвета до нормальной, вернуть переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «А», а выбор источника синхронизации Б в положение «ВНУТР.».

8. 39. Функции усилителя «Z» могут быть проверены при значительном внешнем сигнале — не менее 5 В полного размаха амплитуды. Подключить внешний сигнал на вход канала II и вход «Z». Установить переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» изображение около 5 периодов по рабочей части экрана. Интенсивность подсвета положительных пиков будет ослаблена, а отрицательных — усилена, что обуславливает модуляцию по яркости.

9. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ, РЕГУЛИРОВАНИЕ И НАСТРОЙКА

9. 1. Проведение измерений

Ниже приводятся примеры различных измерений, которые могут быть выполнены двухканальным осциллографом.

9. 1. 1. Измерение переменного напряжения.

Для выполнения измерений напряжения следует:

а) подать сигнал на гнездо «ВХОД» одного из каналов;

б) установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» на требуемый канал;

в) поставить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы амплитуда изображения составляла около пяти делений;

г) поставить переключатель «≂ ⊥ ~» в положение «~»;

Примечание. Для НЧ сигналов ниже 30 Гц использовать положение «≂».

д) ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А установить устойчивое изображение. Поставить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение, при котором на экране наблюдается несколько периодов исследуемого сигнала;

е) установить ручку « ↕ » вертикального перемещения так, чтобы минимальный уровень сигнала совпадал с одной из нижних линий, а максимальный — находился в пределах экрана. Ручкой горизонтального перемещения сместить изображение таким образом, чтобы один из верхних пиков находился на вертикальной средней линии (рис. 6).

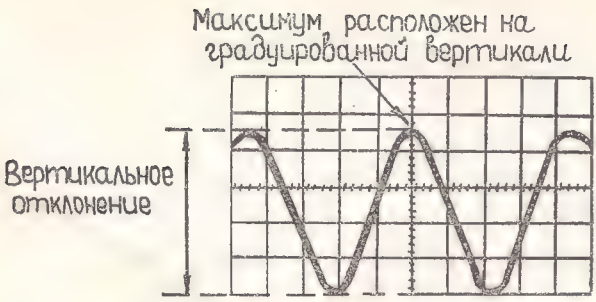


Рис. 6. Измерение полного размаха переменного напряжения.

ж) измерить деления между крайними точками размаха амплитуды вертикального отклонения. Ручка «УСИЛЕНИЕ» должна быть установлена в крайнем правом положении;

Примечание. Этот метод может быть использован для определения напряжения между двумя любыми точками сигнала, а не только между пиками.

з) умножить расстояние, измеренное в п. «ж», на показание переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

Пример. Предположим, что размах вертикального отклонения составляет 4,8 деления, используется делитель с 10-кратным ослаблением, переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установлен в положении «0,5».

Напряжение амплитуды вертикального отклонения будет составлять: 4,8 дел$\times$0,5 В/дел$\times$10$=$24 В.

9. 1. 2. Измерение мгновенного постоянного напряжения.

Для измерения уровня постоянной составляющей в заданной точке импульса, необходимо:

а) подать сигнал на гнездо «ВХОД» одного из каналов;

б) установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» на требуемый канал;

в) установить переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» 5 делений импульса по амплитуде;

г) поставить переключатель «$\approx \perp \sim$» в положение «$\perp$»;

д) поставить переключатель «РЕЖИМ А» в положение «АВТ.»;

е) расположить развертку ниже линии сетки или другой контрольной линии. Если напряжение отрицательно относительно «земли», переместить луч к верхней линии шкалы. Не сле-

дует перемещать ручку вертикального перемещения после установки контрольной линии.

Примечание. Для измерения уровня напряжения относительно друг друга, а не «земли», следует изменить последний пункт «е». Установить переключатель «≋ ⊥ ~» в положение «≋». Подать опорное напряжение на вход и расположить луч на контрольной линии.

9. 1. 3. Измерение напряжения путем сравнения.

В ряде случаев требуется определить значения коэффициентов отклонения, отличающихся от устанавливаемых переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Этот метод используется при сравнении сигналов с амплитудой контрольного напряжения.

Для определения нового значения коэффициента отклонения проделать следующее:

а) контрольный сигнал известной амплитуды подать на вход любого канала. Установить переключатель «РЕЖИМ/РАБОТЫ» на используемый канал. Используя переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» и ручку «УСИЛЕНИЕ», установить изображение на требуемое количество делений. Не двигать ручки «УСИЛЕНИЕ», «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» после их установки;

б) разделить амплитуду контрольного сигнала (вольты) на произведение величины отклонения в делениях (определенной в п. «а») и показание переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Результатом будет сравнительный коэффициент отклонения;

в) для определения коэффициента отклонения в любом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» умножить показание переключателя на коэффициент, полученный в п. «б».

Этот коэффициент отклонения действителен только для используемого канала и верен лишь при выполнении п. «а»;

г) для определения полного размаха амплитуды сигнала по сравнению с контрольным, отсоединить контрольный сигнал и подать на вход исследуемый;

д) поставить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение, обеспечивающее наиболее удобное для измерений отклонение. Не трогать ручку «УСИЛЕНИЕ»;

е) измерить вертикальное отклонение в делениях и определить амплитуду как произведение коэффициента отклонения на величину отклонения в делениях;

ж) установить переключатель «~ ⊥ ≋» в положение «≋». Контрольную линию можно проверить в любое время, переключив его в положение «⊥»;

з) ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А установить устойчивое изображение. Переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» поставить так, чтобы получить изображение требуемого импульса;

и) измерить расстояние в делениях между контрольной линией и точкой на линии сигнала, в которой требуется определить уровень постоянного напряжения. Например, на рис. 7 показано, как измерить напряжение между контрольной линией и точкой А на линии сигнала;

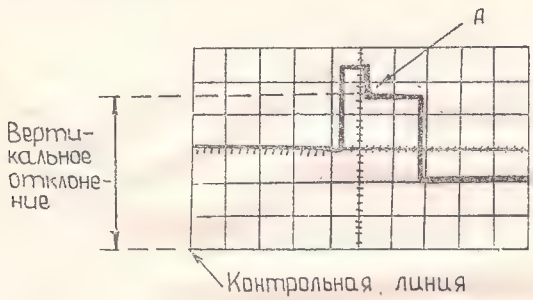


Рис. 7. Измерение мгновенного постоянного напряжения относительно контрольной линии.

к) определить полярность сигнала. Если он находится выше контрольной линии, то напряжение положительное, если ниже — отрицательное. (При использовании канала II можно воспользоваться тумблером «ПОЛЯРНОСТЬ»);

л) умножить расстояние, измеренное в п. «и», на показание переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Учитывать коэффициент деления делителя, если таковой используется.

Пример. Предположим, что измеренное расстояние составляет 4,6 деления (см. рис. 7), сигнал положительной полярности (изображение выше контрольной линии), при измерении использован делитель 1:10, переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установлен в положение «2».

Искомое значение напряжения — произведение вышеполученных величин: $Ux = +4{,}6 \times 2 \times 10 = +92$ В.

Пример. Пусть контрольный сигнал с амплитудой 30 В, показание переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «5», отклонение — 4 деления.

Сравнительный коэффициент отклонения (п. 2)

$$\frac{30}{4 \times 5} = 1{,}5.$$

Затем, при положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «10» определить коэффициент отклонения:

$$10 \times 1{,}5 = 15 \text{ вольт/дел.}$$

Полный размах амплитуды приложенного сигнала при вертикальном отклонении на 5 делений, используя формулу (п. «е»), равен:

$$15 \times 5 = 75 \text{ вольт.}$$

9. 1. 4. Измерение временных интервалов.

Для измерения времени между двумя точками сигнала производятся следующие операции:

а) подать сигнал на гнездо «ВХОД» одного из каналов;

б) установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» на используемый канал;

в) установить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы изображение на экране составляло около 5 делений;

г) ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А установить устойчивое изображение;

д) установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» на наибольшую скорость развертки, при которой расстояние между двумя измеряемыми точками будет меньше 8 делений (рис. 8), так как возможна нелинейность изображения в первом и последнем делениях шкалы;

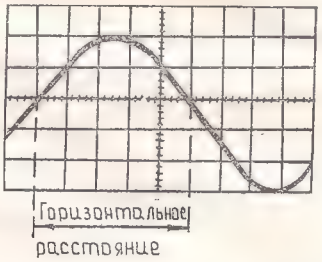


Рис. 8. Измерение временного интервала.

е) ручкой « ⇕ » переместить изображение, чтобы точки, между которыми измеряется время, находились на горизонтальной средней линии;

ж) совместить ручкой ⟷ «ПЛАВНО» точку начала измерения с первой линией сетки;

з) измерить горизонтальное расстояние между измеряемыми точками. Ручка «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» должна быть установлена в крайнем правом положении;

и) умножить расстояние, полученное в п. «3», на величину, определяемую переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». При применении растяжки длительности, ответ разделить на 10.

Пример. Допустим, что расстояние между измеряемыми точками равно 5 делениям, переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен в положение «0,1 ms», растяжка не применяется.

$$\text{Длительность времени} = \frac{5 \times 0{,}1}{1} = 0{,}5 \text{ мс}.$$

9. 1. 5. Измерение частоты.

Частоту периодических импульсов можно измерить следующим образом:

а) измерить длительность времени одного цикла импульса, как описано выше;

б) частота сигнала является обратной величиной длительности времени одного цикла.

Пример. Частота сигнала, показанного на (рис. 8 (с длительностью периода 0,5 мс), будет равна:

$$fc = \frac{I}{T}; \quad fc = \frac{1}{0{,}5} = 2 \text{ кГц}.$$

9. 1. 6. Измерение времени нарастания.

Измерение времени нарастания основано на том же методе, что и измерение длительности времени. Основная разница только в точках, между которыми производятся измерения. Ниже приводится методика измерения времени нарастания между точками импульса 10% и 90%. Время спада можно измерить аналогичным образом на заднем фронте импульса:

а) подать сигнал на гнездо «ВХОД» одного из каналов;

б) установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» на требуемый канал;

в) установить переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» и ручкой «УСИЛЕНИЕ» 5 делений по амплитуде;

г) установить изображение симметрично средней горизонтальной линии;

д) установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» на наибольшую скорость развертки, при которой изображение между точками на импульсе 10% и 90% будет занимать менее 8 делений по горизонтали;

е) определить точки 10% и 90% на нарастающей части импульса;

ж) ручкой « ⟷ » переместить 10% точку импульса на первую линию сетки (рис. 9);

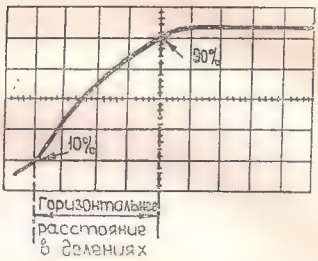


Рис. 9. Измерение времени нарастания.

з) измерить горизонтальное расстояние между точками 10% и 90%. Ручка «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» установлена в крайнем правом положении;

и) умножить расстояние, полученное в п. «з», на величину, определяемую переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». При использовании растяжки длительности ответ разделить на 10.

Пример. Предположим, что расстояние по горизонтали между точками 10% и 90% равно 4 делениям (рис. 9), переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен в положение «1 μs», использована растяжка.

Время нарастания: $\frac{4 \times 1}{10} = 0{,}4$ мкс.

9. 1. 7. Измерение временного сдвига двух сигналов.

Скорость калиброванной развертки и двухканальный режим прибора позволяют измерять временной сдвиг между двумя отдельными сигналами. Для измерения необходимо:

а) поставить переключатели «$\sim$ $\perp$ $\approx$» в требуемое положение;

б) установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПООЧЕР.» или «ПРЕР.». Режим «ПРЕР.» более пригоден для НЧ, а «ПООЧЕР.» — для ВЧ сигналов;

в) установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I»;

г) подать опорный сигнал на вход канала I и исследуемый сигнал на вход канала II. Опорный сигнал должен предшествовать во времени исследуемому. Подавать сигналы на вход коаксиальным кабелем с одинаковым временем задержки;

д) если сигналы противоположной полярности, тумблером «ПОЛЯРНОСТЬ» инвертировать сигнал канала II;

е) установить переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» изображение на 4 или 5 делений;

ж) ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А установить устойчивое изображение;

з) установить переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» такую скорость развертки, чтобы между двумя импульсами было 3 или более делений;

и) установить ручкой « ↕ » вертикального перемещения оба импульса (или точки изображения, между которыми производятся измерения) посередине экрана относительно горизонтальной центральной линии;

к) при помощи ручки « ↔ » горизонтального перемещения установить контрольный сигнал на пересечении горизонтальной средней линии с вертикальной линией сетки;

л) измерить расстояние по горизонтали между импульсом канала I и канала II (рис. 10);

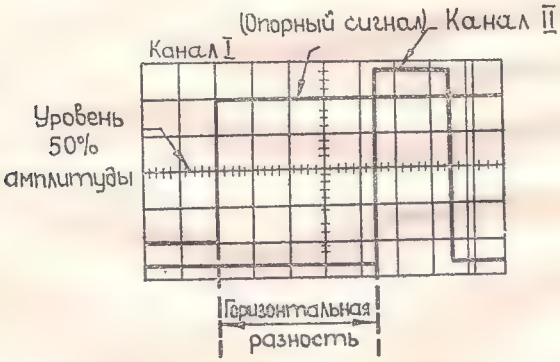


Рис. 10. Измерение временного сдвига двух сигналов.

м) умножить полученную разность на величину, определяемую положением переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». При использовании растяжки, разделить результат на 10.

Пример. Допустим, переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен на «50 μs», включена растяжка, разность по горизонтали между импульсами 4,5 делений.

Временной сдвиг: $\frac{50 \times 4{,}5}{10} = 22{,}5$ мкс.

9. 1. 8. Измерение временных интервалов задержанной развертkой.

Для точных измерений времени можно использовать режим задержанной развертки. Общая точность измерения времени будет зависеть от:

— точности генератора развертки А;

— линейности шкалы «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ».

Ниже дана методика измерения разностного времени между двумя импульсами одного сигнала. Этот метод можно применить для определения временного интервала между двумя различными сигналами или для измерения длительности одного импульса:

а) подать сигнал на «ВХОД» канала I (II). Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» на требуемый канал;

б) установить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы изображение занимало около 4-х делений по амплитуде;

в) установить переключатель «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение, обеспечивающее расстояние между импульсами не больше 8 делений;

г) установить ручками синхронизации А устойчивое изображение;

д) установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б ПОДСВ. А», а переключатель «РЕЖИМ Б» — в положение «ЖДУЩ.»;

е) установить переключатель «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение 1/100 скорости развертки «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.». Это обеспечит подсвеченный участок около 0,1 деления по длине;

ж) ручкой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» сместить подсвеченный участок к первому импульсу;

з) установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б»;

и) ручкой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» установить импульс (или часть его) на вертикальную центральную линию. Записать показание шкалы «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ»;

к) поворачивать ручку «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» по часовой стрелке до тех пор, пока второй импульс не дойдет до той же точки. (Если на экране несколько импульсов, вернуться к положению «Б ПОДСВ. А» для определения правильного местоположения импульса).

Записать показание шкалы:

л) отнять первое показание шкалы от второго и умножить на показание переключателя «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.». Это и будет временной интервал между импульсами.

Пример. Пусть первое показание шкалы 1.31; второе — 8,81; положение переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «0,2 μs» (см. рис. 11).

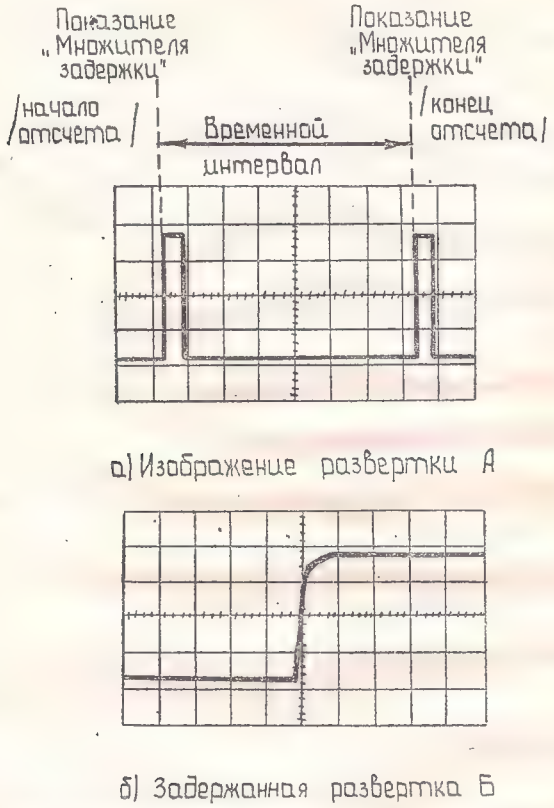


Рис. 11. Измерение временных интервалов с помощью задержанной развертки.

Временной интервал между импульсами будет:

$$(8{,}81-1{,}31)\times 0{,}2=1{,}5 \text{ мкс.}$$

9. 1. 9. Увеличение длительности с помощью задержанной развертки.

Свойства задержанной развертки могут быть использованы для обеспечения более значительного увеличения длительности, чем при десятикратной растяжке.

Скорость задержанной развертки в действительности не увеличивается; усиление является результатом задержки раз-

вертки Б на отрезок времени, выбираемый переключателем «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и шкалой «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» по сравнению с уже существующим изображением при скорости развертки, выбираемой переключателем «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.». На более высоких уровнях кажущегося усиления может быть использован режим Б «ЖДУЩ.»:

а) подать сигнал на «ВХОД» канала I. Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «1»;

б) установить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение, обеспечивающее изображение по амплитуде около 4-х делений;

в) установить переключатель «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение, обеспечивающее полное изображение;

г) установить устойчивое изображение ручками «СИНХРОНИЗАЦИЯ А»;

д) установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б ПОДСВ. А» и режим Б в положение «АВТ.»;

е) установить начало подсвеченного участка с помощью ручки «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» на участок изображения, который должен быть растянут;

ж) установить переключатель «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение, при котором полностью подсвечивается участок, который должен быть увеличен;

з) установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б»;

и) измерить время можно по изображению, обычным способом.

Скорость развертки определяется переключателем «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.»;

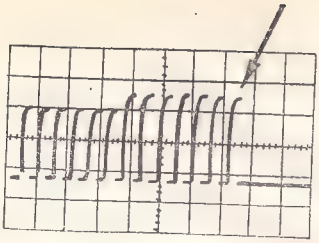
к) увеличение длительности развертки может быть вычислено: умножить показания переключателей «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.».

Пример. Увеличение длительности изображения (см. рис. 12) при положении переключателя «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «0,1 ms» и «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «1 μs» определяется:

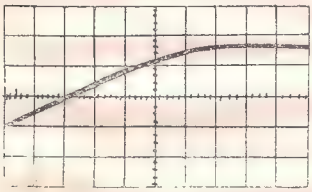
$$\frac{1\times10^{-4}}{1\times10^{-6}}=100 \text{ раз.}$$

Увеличение длительности изображения с помощью задержанной развертки (режим «ЖДУЩ.»).

При увеличении длительности с помощью задержанной развертки (режим «АВТ.») возможна неустойчивость при высоких уровнях усиления. Режим Б «ЖДУЩ.» обеспечивает более устойчивое изображение, так как задержанное изображение синхронизируется каждый раз в одной и той же точке:



а) изображение развертки А



б) изображение задержанной развертки Б

Рис. 12. Использование задержанной развертки для увеличения длительности импульса.

а) установить изображение, как описано выше в п.п. «а» — «ж»;

б) установить переключатель «РЕЖИМ Б» в положение «ЖДУЩ.»;

в) регулировкой «УРОВЕНЬ» синхронизации Б установить устойчивое изображение подсвеченного участка. (Если подсвеченный участок не может быть выделен, см. п. «г»);

г) невозможность подсветить требуемый участок указывает, что сигнал не синхронизируется.

Если это не может быть исправлено регулировкой «УРОВЕНЬ» синхронизации Б или увеличением амплитуды изображения, запускать развертку Б внешним сигналом;

д) когда требуемый участок подсвечен, установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б». Небольшая регулировка ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации Б устанавливает устойчивое изображение;

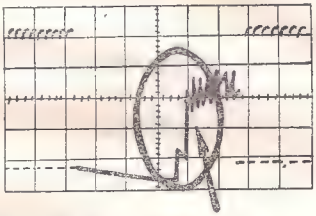
е) измерение длительности и вычисление ее аналогично вышеприведенному.

9. 1. 10. Подсвечивание сложных сигналов с помощью задержанной развертки.

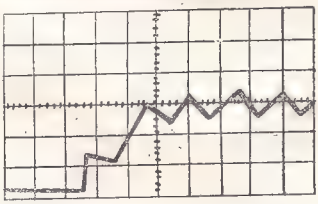
Сложные сигналы часто состоят из нескольких отдельных участков различной амплитуды. Поскольку цепи синхронизации чувствительны к изменениям амплитуды сигналов, устойчивое изображение обычно может быть получено, когда развертка синхронизируется импульсами, имеющими большую амплитуду. Следовательно, это не обеспечивает требуемого изображения участков низшей амплитуды, которые следуют за более высокими засинхронизированными участками.

Характер задержанной развертки обеспечивает задержку начала развертки Б на выбранную величину, определяющую участок сигналов с большей амплитудой.

Затем часть сигнала, содержащего интересующую информацию, может быть подсвечена. (Это демонстрируется на рис. 13). Для подсвечивания следует выполнить операции, аналогичные приведенным в разделе «Увеличение длительности с помощью задержанной развертки».



а) Эта часть изображения неудобна для исследования вследствие того, что развертка А синхронизируется импульсами большей амплитуды



б) Часть интересующего нас изображения, полученного с помощью задержанной развертки (режим Б «АВТ.»).

Рис. 13. Изображение сложного сигнала с помощью задержанной развертки.

9. 1. 11. Задержка синхронизации.

Выходной сигнал «ВЫХОД ⊓ Б» может быть использован для внешней синхронизации через выбранное время задержки после начала развертки А. Время задержки выходного сигнала Б может быть выбрано при помощи шкалы «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» и переключателя «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.».

Внутренняя синхронизация развертки А. Для обеспечения нормального подсвечивания при внутренней синхронизации развертки А, задержка синхронизации Б может быть получена следующим образом:

а) получить синхронизированное изображение обычным путем;

б) установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б ПОДСВ. А»;

в) выбрать величину задержки от начала развертки А с помощью шкалы «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ». Время задержки может быть вычислено обычным способом;

г) установить переключатель «РЕЖИМ Б» в положение «АВТ.»;

д) подать сигнал от гнезда «ВЫХОД ⊓ Б» на гнездо «ВХОД» канала I;

е) длительность импульса «ВЫХОД ⊓ Б» определяется положением переключателя «Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.»;

ж) внешнее подключение будет синхронизировать в начале подсвеченного участка, если происходит срабатывание от положительного импульса синхронизации, или в конце подсвеченного участка, если от отрицательного.

Внешняя синхронизация развертки А.

Этот режим работы может быть использован для получения задержанной синхронизации с соответствующим изображением или без него.

Подключить внешний сигнал на гнездо «ВХОД» синхронизации А и установить переключатель выбора источника синхронизации в положение «1:1 ВНЕШ.».

Последовательно выполнить операции, описанные выше, для получения задержанной синхронизации.

9. 1. 12. Режим синхронизации источника сигнала.

Обычно изображаемый сигнал служит для осциллографа и синхронизирующим. В некоторых случаях может потребоваться изменить это положение и иметь осциллограф, синхронизирующий источник сигнала. Это может быть сделано подсоединением сигнала «ВЫХОД ⊓ А» ко входу источника сигнала. Установить ручку «УРОВЕНЬ» синхронизации А в крайнем положении по часовой стрелке, переключатель «РЕЖИМ А» в положении «АВТ.», и переключатель «А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы получить нужное изображение. Следовательно, источник сигнала синхронизируется сигналом, имеющим фиксированное время, зависимое от развертки, выходной сигнал

источника может быть изображен так же, как если бы осциллограф синхронизировался обычным способом.

9. 1. 13. Измерение разности фаз.

Сравнение фазы между двумя сигналами одной частоты возможно осуществить, используя двухканальный режим осциллографа. Этот метод измерения разности фаз может быть использован вплоть до предельной частоты вертикальной отклоняющей системы.

Для проведения сравнения выполнить следующие пункты:

а) установить переключатели «≅ ⊥ ~» в одинаковое положение, в зависимости от типа подаваемого сигнала;

б) установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПРЕР.» или «ПООЧЕР.». Режим «ПРЕР.» обычно применяется при НЧ сигналах, а «ПООЧЕР.» — при ВЧ сигналах;

в) установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I»;

г) подать опорный сигнал на вход канала I, а сравниваемый — на вход канала II. Опорный сигнал предшествует сравниваемому во времени.

При подключении сигналов на входы использовать коаксиальные кабели с одинаковым временем задержки;

д) если сигналы противоположной полярности, переключателем «ПОЛЯРНОСТЬ» второго канала инвертировать сигнал;

е) установить переключателями «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» и ручками «УСИЛЕНИЕ» обоих каналов идентичные изображения около 5 делений по амплитуде;

ж) установить ручками «УРОВЕНЬ», «СТАБ. ВЧ» устойчивое изображение;

з) установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» на скорость развертки, обеспечивающей один цикл сигналов на экране;

и) переместить кривые сигналов к центру градуированной линии ручками « ↕ » вертикального перемещения;

к) перемещать ручку «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А», пока опорный сигнал не установится точно на 9 делений по горизонтали (см. рис. 14). Каждое деление шкалы соответствует 40° цикла (360° : 9 = 40°). Это фазовый коэффициент.

л) измерить разность по горизонтали между соответствующими точками сигналов (в делениях шкалы);

м) умножить измеренное расстояние (в делениях) на 40° (фазовый коэффициент) для получения точной величины фазовой разности.

Пример. Предположим, что горизонтальная разность сос-

тавляет 0,6 деления, фазовый коэффициент 40°, как показано на рис. 14.

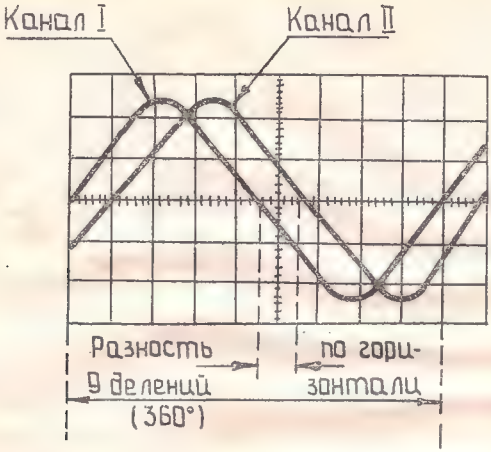


Рис. 14. Измерение фазовой разности.

Фазовая разность будет: $0{,}6 \times 40° = 24°$.

9. 1. 14. Более точное измерение фазы.

Более точное измерение фазы между двумя лучами может быть осуществлено увеличением скорости развертки (без изменения длительности А). Один из простейших путей увеличения скорости развертки — включение на растяжку «УМНОЖ. 0,1». Также может быть использовано усиление задержанной разверткой. Установленная фазовая разность определяется, как произведение фазового коэффициента, предварительно определенного, на увеличение скорости развертки.

Пример. Если скорость развертки увеличивается в 10 раз путем растяжки, фазовый коэффициент будет: $40° : 10 = 4°$/деление.

При горизонтальной разности 6 делений, фазовая разность будет $6 \times 4° = 24°$.

9. 1. 15. Измерение фазы X—Y.

Метод измерения фазы X—Y может быть использован для определения фазовой разности между двумя сигналами одной частоты. Этот метод более удобен для частот сигналов до 100 кГц, чем метод, описанный выше. В этом методе один из синусоидальных сигналов обеспечивает горизонтальное отклонение (X), в то время, как другой сигнал обеспечивает вертикальное (Y). Значения фазового отклонения между двумя сигналами могут быть определены по фигурам Лиссажу следующим путем:

а) подать синусоидальные сигналы на гнездо «ВХОД» обоих каналов;

б) установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «ВНЕШ.», «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I» и переключатель источника синхронизации Б в положение «ВНУТР.»;

в) установить изображение на середину экрана и переключателями «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» обеспечить размах изображения до 4 делений в каждом направлении. Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I управляет горизонтальным отклонением (X), а переключатель канала II — вертикальным (Y);

г) отцентрировать изображение относительно вертикальной градуированной линии. Измерить расстояния А и Б, как показано на рис. 15. Величина А представляет собой расстояние между точками пересечения кривой с вертикальной градуированной линией. Расстояние Б — максимальное отклонение по вертикали;

д) разделить А на Б для вычисления синуса фазового угла (φ) между двумя сигналами. Угол может быть вычислен по тригонометрической таблице. Если изображение представляет собой диагонально направленную линию, то два сигнала находятся или в фазе (рис. 16а) или с разницей 180° (рис. 16д). Изображение окружности указывает на фазовую разность 90°. На рис. 16 изображены несколько возможных фигур Лиссажу, определяющих фазу от 0° до 360°.

Пример. Пусть изображению, показанному на рис. 15 (А=2, Б=4 делениям), свойственна собственная фазовая разность 2°.

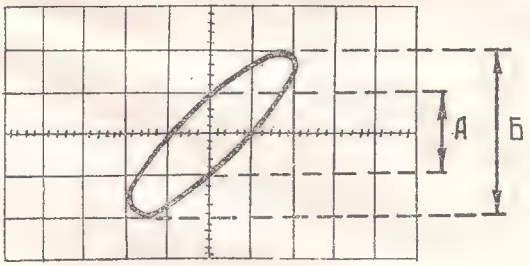


Рис. 15. Измерение разности фазы X—У.

Используя формулу $\sin \varphi = \frac{А}{Б}$, получаем:

$$\sin \varphi = \frac{2}{4} = 0{,}5; \qquad \varphi = 30°.$$

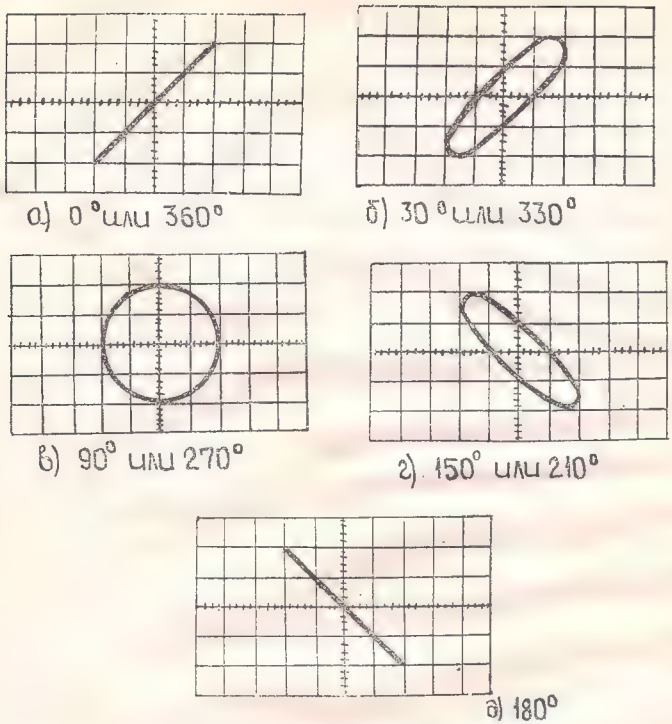


Рис. 16. Фигуры Лиссажу.

Для определения фазовой разности между усилителями X и Y требуется учесть собственный фазовый коэффициент. Получаем

$$30°-2°=28°.$$

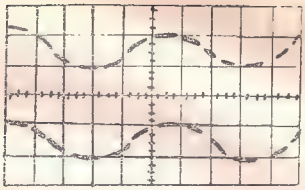
9. 1. 16. Режим суммирования.

Свойство осциллографа суммировать может быть использовано при изображении сигналов, содержащих нежелательные составляющие. Эти составляющие могут быть уничтожены при использовании режима суммирования:

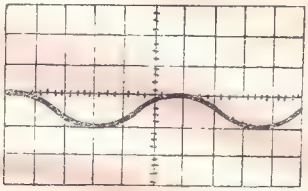
а) подсоединить сигнал, содержащий требуемую и нежелательную информацию, ко входу канала I;

б) подсоединить сигнал, аналогичный ненужному в первом канале, на вход канала II.

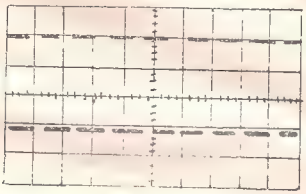
Например, на рис. 17 сигнал, подобный нежелательному, подсоединен к каналу II для избавления от ненужной составляющей сигнала канала I;



а) сигнал первого канала, содержащий требуемую информацию и нежелательную составляющую с частотой сети



б) сигнал второго канала аналогичен вышеприведенной составляющей с частотой сети



в) оставшаяся полезная часть сигнала

Рис. 17.

в) установить оба переключателя «$\sim$, $\perp$, $\approx$» в положение «$\approx$» («$\sim$», если постоянная составляющая входного сигнала слишком велика);

г) установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПРЕР.». Установить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» так, чтобы сигналы были одинаковой амплитуды;

д) установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I, II»;

е) установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «+». Тумблером «ПОЛЯРНОСТЬ» установить на экране сигналы противоположной полярности;

ж) отрегулировать переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала II и ручку «УСИЛЕНИЕ» для максимального избавления от паразитной составляющей;

з) оставшийся сигнал будет представлять собой полезную информацию сигнала первого канала. Нежелательная часть его уничтожена.

Пример. На рис. 17 показан один из случаев применения вышеописанного режима. Сигнал, приложенный к гнезду «ВХОД» канала I, содержит нежелательные частотные составляющие. Соответствующий частотный сигнал подсоединен к каналу II (рис. 17б). Рис. 17в показывает оставшуюся полезную часть сигнала.

9. 2. РЕГУЛИРОВАНИЕ И НАСТРОЙКА

9. 2. 1. Описание органов подстройки

Внутренними органами регулирования пользуются только после смены полупроводниковых приборов и элементов входного делителя, влияющих на параметры прибора, а также по мере необходимости при длительной работе:

а) плата И22.089.128 Сп:

I-C1, I-C4, I-R1 (I-C35, I-C38, I-R79) — корректировка частотной характеристики предусилителя канала I (II) в положении «0,02» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

I-C5, I-C9, I-R2, (I-C39, I-C44, I-R80) — корректировка частотной характеристики предусилителя канала I (II) в положении «0,005» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

I-C3, I-C6 (I-C37, I-C40) — корректировка частотной характеристики предусилителя канала I (II) в положении «0,01» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

I-C8 (I-C45) — установка плоской вершины прямоугольного импульса в положении «0,02» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

I-R17 (I-R94) — установка нулевого потенциала на коллекторе триода 1-Т3 (1-Т14);

I-R25 — установка постоянного уровня потенциала эмиттера триода 1-Т4 для обеспечения нулевого постоянного уровня на выходе предусилителя синхронизации;

I-R63 — установка нулевого уровня постоянного напряжения на входе предусилителя синхронизации;

б) плата И22.089.122 Сп:

2-C11, 2-C13, 2-R12 — корректировка частотной характеристики оконечного усилителя вертикального отклонения;

в) плата И22.089.129 Сп:

3-R4 — установка нулевого уровня постоянного напряжения на выходе предусилителя синхронизации;

3-R35 — установка нулевого потенциала (на базе триода 3-Т6) для нормальной синхронизации, когда ручка «УРОВЕНЬ» (R72) находится в среднем положении;

3-R105 — регулировка выходного напряжения снимаемого с стабилитрона 3-Д41 с целью точной подстройки напряжений калибратора 1V; 0,1 V;

3-R101 — подстройка частоты калибратора;

г) плата И22.089.127 Сп:

5-R16 — установка нужного для нормальной синхронизации потенциала на базе триода 5-Т2 (ручка «УРОВЕНЬ» — (R97) находится в среднем положении);

5-R34 — установка точного значения коэффициента отклонения по горизонтали;

5-R63 — установка базового потенциала триода 5-Т13, определяющего начало развертки;

5-R101 — для установки изображения в центре экрана при растяжке;

5-R111, 5-R112 — подстройка калиброванной длительности разверток А и Б.

д) плата И22.089.124 Сп:

4-C5 — корректирование формы импульса;

е) плата И22.089.151 Сп:

R1 (У1) — ЯП3.219.006 Э3 — установка напряжения 1,9 кВ;

ж) плата И22.089.126 Сп:

10-R10 — установка напряжения +80 В;
10-R18 — установка напряжения +10 В;
10-R26 — установка напряжения минус 10 В;

з) базовый блок:

C3 (C19) — установка плоской вершины прямоугольного импульса в положении «0,2» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

C4 (C20) — установка плоской вершины прямоугольного импульса в положении «2» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

C5 (C21) — корректировка выбросов и завалов фронта импульса в положении «0,2» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

C6 (C22) — корректировка выбросов и завалов переднего фронта импульса в положении «2» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

C9 (C25) — для лучшего согласования скомпенсированного делителя с делителями, кратными 5 и 1, при последующих переключениях;

C10 (C26) — установка плоской вершины прямоугольного импульса в положении «0,05» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

C11 (C27) — установка плоской вершины прямоугольного импульса в положении «0,1» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

C12 (C28) — корректировка выбросов или завалов переднего фронта импульса в положении «0,05» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

C13 (C29) — корректировка выбросов или завалов переднего фронта импульса в положении «0,1» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

R157, R158 — установка напряжения, соответственно, 6,3 В и —6,3 В;

R1 (ЯП3.219.006 Э3) — точная установка напряжения минус 1,98 кВ;

R130 — установка горизонтальной линии луча параллельно линиям сетки;

R131 — установка вертикальной линии луча параллельно линиям сетки;

R142 — устранение геометрических искажений изображения.

9. 2. 2. РЕГУЛИРОВКА ПРИБОРА

а) регулировка источников питания

После замены полупроводниковых приборов, установленных в блоке питания, а также после ремонта, необходимо произвести проверку и подрегулировку выходных напряжений.

Регулировка блока питания производится совместно со всеми узлами осциллографа в рабочем положении.

Для регулировки и проверки параметров блока питания необходимы следующие измерительные приборы:

1. Комбинированный прибор Ц4313.
2. Вольтметр М2018.
3. Вольтметр С502/9 (3 кВ).
4. Вольтметр С196 (7,5 кВ; 15 кВ; 30 кВ).
5. Осциллограф универсальный С1-67.
6. Автотрансформатор РНО-250-2.
7. Измеритель нестабильности В2-13.
8. Ваттметр Д5016.
9. Вольткилоомметр В7-15.
10. Частотомер Ч3-34.

Прибор подключается к питающей сети через автотрансформатор. Ручка автотрансформатора переводится плавно в положение, соответствующее напряжению питающей сети 220 В. Напряжение питающей сети контролируется комбинированным прибором Ц4313 на пределе измерения 300 В (при питании от сети частотой 400 Гц прибором Д566). Ток потребления осциллографа контролируется прибором Ц4313 на пределе измерения 1 А и не должен превышать 0,67 А, при питании от сети напряжением 115 В прибором Ц4313 на пределе измерения 2,5 А и должен быть не более 1,35 А.

После предварительного прогрева осциллографа (в течение 15 минут) приступают к проверке и регулировке выходных напряжений. Проверку и регулировку всех напряжений необходимо производить при номинальном напряжении питающей сети.

Проверку и регулировку следует начать со стабилизаторов минус 10 В и +80 В.

Вольтметром М106/1 (предел измерения 15 В) на конденсаторе С99 контролируется напряжение минус 10 В. Оно должно быть в пределах 9,9 В÷10,1 В и регулируется потенциометром 10-R26.

Напряжение +80 В контролируется вольтметром М106/1 (предел измерения 150 вольт) на конденсаторе С97 и регулируется потенциометром 10-R10. Оно должно быть в пределах 80 вольт±0,8 вольта.

Напряжения +6,3 В, —6,3 В, +10 В, +150 В контролируются прибором М106/1 на соответствующих пределах измерения. Проверка осуществляется на резисторах R157, R158, конденсаторе С98 и на положительном полюсе конденсатора С93 относительно корпуса прибора.

Величины напряжений должны быть: 6,3±0,1 В; +10±0,1 В, минус 10±0,1 В, +150±7,5 В.

Внимание! Подключение и отключение приборов для измерения напряжений +8,5 кВ, минус 1,9 кВ, 1,98 кВ, измерение их пульсаций; 6,3 В (под потенциалом 1,9 кВ) при включенном осциллографе в сеть недопустимо. Прикасаться к измерительным приборам и разделительным конденсаторам категорически запрещается. Это опасно для жизни. После измерения пульсаций источников +8,5 кВ, минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ разделительные конденсаторы необходимо разрядить закорачиванием.

Напряжение +8,5 кВ контролируется прибором С196 на пределе измерения 15 кВ и должно быть в пределах 8÷9 кВ.

Напряжение минус 1,9 кВ контролируется прибором С50/8 (3 кВ) и должно быть в пределах 1,9 кВ±0,03 кВ.

Напряжение минус 1,98 кВ контролируется прибором С50/8 (3 кВ) и должно быть больше напряжения минус 1,9 кВ на 80 вольт. Установка напряжения 1,98 кВ осуществляется потенциометром R1 (ЯП3.219.006 Э3).

Напряжения +8,5 кВ, минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ можно подрегулировать потенциометром R1 (ЯП3.219.006 Э3), размещенным на плате У1.

Далее производят проверку пульсаций выходных напряжений источников.

Проверка пульсаций источника +8,5 кВ производится универсальным осциллографом С1-67 через разделительный конденсатор КВИ-3-16-470 пФ, источников минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ — через разделительный конденсатор К15-5-Н70-3-0,015 мкФ.

Величины пульсаций низковольтных источников контролируются на выходных конденсаторах стабилизаторов и не должны превышать значений, указанных в таблице 2.

Производится проверка коэффициента стабилизации всех источников при изменении напряжения питающей сети 220 В± 10% прибором В2-13. При этом коэффициент стабилизации не должен быть меньше значений, указанных в таблице 2. Проверку коэффициента стабилизации высоковольтных источников +8,5 кВ, минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ производить приборами С196 и С50/8.

Производится проверка параметра источников при питании осциллографа от сети 115 В±5%, 220 В±5% частотой 400 Гц.

б) регулировка схемы ЭЛТ

Включить прибор в сеть и после 15-минутного прогрева проверить действие ручек «ЯРКОСТЬ», «ФОКУС».

Толщина линии луча и его яркость должны быть равномерными по всей длине линии развертки.

При неравномерной яркости луча, следует отрегулировать выходной импульс усилителя «Z». Для этого щуп образцового осциллографа подсоединить на контрольную точку 4-КТ1 (плата И22.089.124 Сп).

Подобрав нужную длительность развертки контрольного осциллографа, получить на экране изображение переднего фронта прямоугольного импульса, снимаемого с выхода усилителя «Z».

С помощью подстроечного конденсатора 4-С5 отрегулировать передний фронт импульса до получения оптимальной его формы (рис. 18). Отсоединить контрольную аппаратуру.

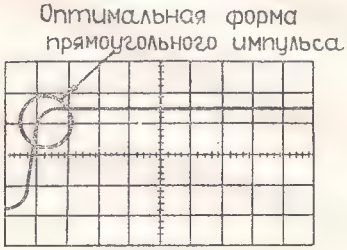


Рис. 18.

Проверить параллельность линий луча линиям шкалы ЭЛТ. Для этого при помощи ручки перемещения по вертикали совместить линию луча с центральной линией сетки.

В случае их непараллельности потенциометром R130 регулировать до полного совпадения луча с горизонтальной линией.

Ручкой «ФОКУС» и регулировкой «АСТИГ.» установить требуемую четкость изображения.

Для проверки параллельности линии луча вертикальным линиям сетки и правильной геометрии изображения, следует подать на вход осциллографа сигнал от И1-9 частотой 10 кГц.

Линии сигнала должны быть параллельны вертикальным линиям шкалы ЭЛТ. Потенциометром R131 устраняется непараллельность.

Геометрические искажения по краям экрана вызывают искривления изображения, которые устраняются потенциометром R142;

в) балансировка усилителей каналов I и II

Балансировка усилителей производится в случае сдвига луча по вертикали при переключении диапазонов «0,005»—«0,02» — переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «I», а линию луча — по центру экрана.

Регулировкой «БАЛАНС», выведенной под шлиц на переднюю панель прибора, добиться неподвижности изображения при переключении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» от положения «0,02» до «0,005».

Установив переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «II», совместить луч с центральной линией шкалы экрана и аналогично сбалансировать усилитель канала II;

г) регулировка основных параметров каналов I и II

Линия луча должна совпадать с центральной горизонтальной линией шкалы при среднем положении ручки « » вертикального перемещения.

Подсоединить вольтметр на контрольную точку I-КТ7 (плата И22.089.128 Сп). Установить ручку « » канала II в среднее положение, чтобы на контрольной точке был нулевой потенциал. Если луч не совпадает с центральной линией, следует совместить его при помощи потенциометра I-R94.

Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «I». Подсоединить вольтметр на контрольную точку I-КТ1 (плата И22.089.128 Сп).

Установить ручку « » канала I в среднее положение. Если луч не совпадает с горизонтальной линией сетки, подрегулировать потенциометром 1-R17 до их полного совмещения.

Величина вертикального отклонения должна соответствовать величине, определяемой переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

Установить ручки «УСИЛЕНИЕ» каналов I и II в крайнее правое положение, переключатели «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «0,02», «РЕЖИМ РАБОТЫ» — «1». Подать на оба входа каналов I и II сигнал внутреннего калибратора амплитудой 0,1 В. Ручкой « » установить изображение симметрично относительно центральной линии.

Изображение должно составлять 5 делений по амплитуде. В случае несоответствия потенциометром R22, выведенном на переднюю панель («КОРР.»), отрегулировать точную величину (5 делений) отклонения по вертикали.

Прямоугольный импульс, поданный на вход канала I (II), не должен искажаться при любом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

Для проверки установить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала II в положение «0,05». Подать на гнездо «ВХОД» канала II прямоугольные импульсы от генератора испытательных сигналов Г5-54 такой амплитуды, чтобы на экране было два периода с амплитудой 4 деления. Проверить форму импульса на отсутствие выбросов и завалов.

В случае несоответствия формы импульса прямоугольной, отрегулировать ее до прямого угла и плоской вершины при помощи подстроечных конденсаторов. Номера конденсаторов для подстройки на основных диапазонах указаны в таблице 3.

Таблица 3

Положение переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I (II)	Подстроечные конденсаторы для корректировки прямоугольной формы импульса канала I (II)	
	Прямой угол	Плоская вершина
«0,02»		1-C8 (I-C45)
«0,05»	C12 (C28)	
«0,1»	C13 (C29)	
«0,2»	C5 (C21)	
«0,5»		C9 (C25)
«1»		
«2»	C6 (C22)	

д) регулировка высокочастотных искажений

Прямоугольный импульс, поданный на вход канала I (II), не должен иметь высокочастотных искажений при любом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

Установив переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,5 μs», «РЕЖИМ А» — в положение «АВТ.», «РЕЖИМ Б» — в положение «ЖДУЩ.», «РЕЖИМ РАБОТЫ» — в положение «1», подать на вход канала I от генератора прямоугольных импульсов сигнал частотой 100 кГц и амплитудой 5 делений.

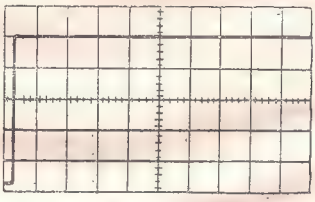
Изображение импульса должно иметь плоскую вершину (см. рис. 19а).

В случае несоответствия подрегулировать конденсатор 1-С30* (плата И22.089.128 Сп).

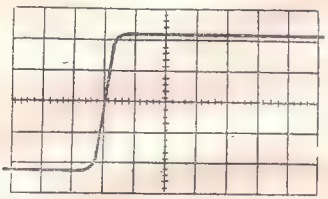
Подать на вход канала 1 импульс от генератора TR-0306.

Установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,1 μs», ручку «УМНОЖ.»— в положение «0,1», «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «0,02».

Изображение импульса должно иметь оптимально возможный прямой угол и плоскую вершину (рис. 19б).



а) типичное изображение вершины импульса при правильной высокочастотной компенсации (0,5 мкс/дел)



б) типичное изображение фронта импульса при правильной высокочастотной компенсации 10 нс/дел)

Рис. 19. Регулировка высокочастотных искажений.

При помощи 2-R12, 2-C13, 2-C11 (плата И22.089.122 Сп), 1-C1, 1-C4, 1-R1 (плата И22.089.128 Сп) отрегулировать изображение импульса.

Потенциометрами 2-R12 и 1-R1 регулировать, пока на изображении импульса не появится выброс. Регулируя в обратном направлении, добиться его полного исчезновения. Если высокочастотная характеристика подобна приведенной на рис. 19б, то потребуется только коррекция при выключенной растяжке.

В случае, если изображение на экране показывает, что цепь раскомпенсирована, установить сначала конденсаторы в среднее положение. Затем подрегулировать потенциометрами до возможно правильной формы импульса, прежде чем начать регулировку конденсаторами прямого угла и плоской вершины.

После вышеописанной регулировки установить ручку «УМНОЖ.» в положение «1» и окончательно подрегулировать с помощью 2-R12 и 2-C13, чтобы получить наиболее оптимальную характеристику.

Установить переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «II».

Провести аналогичные регулировки для канала II в положении «0,02» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.», а затем для двух каналов в положении «0,005» и «0,01» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

е) регулировка синхронизаторов А и Б

Изображение должно нормально синхронизироваться.

Установить переключатель выбора источника синхронизации А и Б в положение «ВНУТР.».

Подать на вход канала I синусоидальный сигнал, чтобы он соответствовал 0,2 деления по амплитуде. Установить изображение по центру экрана. Когда ручка «УРОВЕНЬ» синхронизатора А находится в среднем положении, изображение должно быть устойчивым.

В противном случае потенциометром 3-R35 (плата И22.089.129Сп) регулировать до получения устойчивого изображения.

Установить переключатель «~, ~ВЧ, НЧ, ~ ≋ » в положение «≋». В случае неустойчивой синхронизации, подрегулировать потенциометром I-R63 (плата И22.089.128) до полной неподвижности изображения.

Установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I». Если изображение неустойчивое, подрегулировать потенциометром I-R25 до нормальной синхронизации.

Проверить синхронизатор Б. Для этого установить переключатель «ВНУТР. СИНХР.» в положение «I, II», «~, ~ ВЧ, ~НЧ, ≋» в положение « ≋», «РЕЖИМ А» — в положение «АВТ.», «ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положение «Б». Ручка «УРОВЕНЬ» синхронизатора Б устанавливается в среднее по-

ложение. При неустойчивой синхронизации потенциометром 5-R16 подрегулировать до устойчивого изображения;

ж) калибровка развертки А

Установить переключатели в следующие положения:
«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «2»;
«~, ~НЧ, ~ВЧ, ≈» — «≈»;
Вид источника синхронизации — «ВНУТР.»;
«МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» — «1,00»;
«А ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «1 ms»;
«Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «5 μs»;
«ВИД РАЗВЕРТКИ» — «Б ПОДСВ. А»;
«РЕЖИМ А» — «АВТ.»;
«РЕЖИМ Б» — «АВТ.».

Подать на вход канала I сигнал от И1-9 частотой 0,1 кГц.

Подсвеченный участок изображения должен начинаться на второй вертикальной линии.

Подрегулировать потенциометром 5-R63, чтобы подсвеченный участок начинался точно на второй отметке (рис. 20а).

Установить «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» в положение «9,00». Подсвеченный участок изображения должен находиться на десятой линии.

Подрегулировать потенциометром 5-R112, чтобы подсвеченная часть сигнала начиналась точно на десятой линии (рис. 20б).

Установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «Б». «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» — на отметку «2,00».

Подсвеченный импульс должен начинаться вместе с разверткой. Потенциометром 5-R63 подрегулировать так, чтобы начало импульса совпадало с началом развертки (рис. 20в).

Установить «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» на отметку «8,00». Если начало импульса не совпадает с началом развертки, подрегулировать потенциометром 5-R112 до полного совпадения.

Вернуть «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» на отметку «2,00» и повторить регулировку, если потребуется;

з) регулировка горизонтального усилителя

Временные интервалы изображения на экране должны соответствовать интервалам, определяемым переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.».

Для проверки установить переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» в положение «А», переключатель «УМНОЖ.» — в поло-

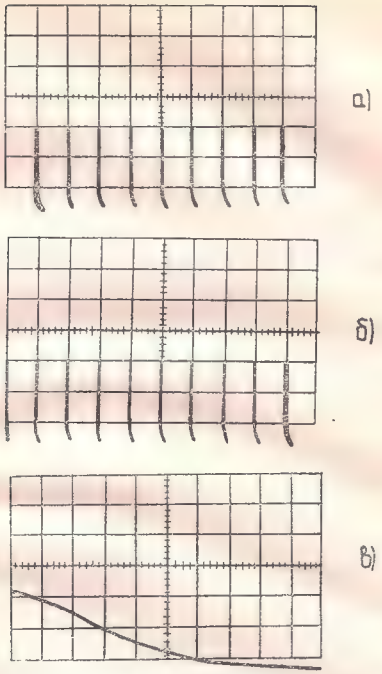


Рис. 20. Регулировка начала развертки и калибровка развертки А.

жение «I», переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — в положение «10 μs».

На вход канала I подать сигнал от генератора синусоидальных импульсов частотой 50 кГц.

На каждое деление должно приходиться полпериода сигнала.

Подрегулировать потенциометром R82, чтобы получить соответствие одного периода двум делениям шкалы.

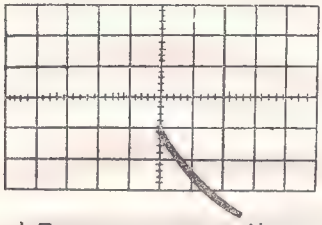
Установив переключатель «УМНОЖ.» в положение «0,1», подать на вход сигнал частотой 500 кГц. Если период сигнала не сответствует двум делениям шкалы, подрегулировать потенциометром R86.

При переключении длительности развертки с умноженной на нормальную, сдвиг изображения не должен составлять более 0,2 деления.

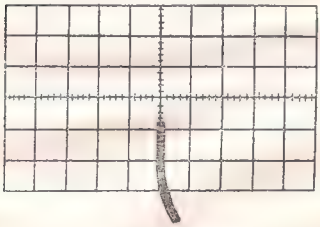
Подать на вход сигнал от импульсного калибратора осциллографа И1-9 частотой 0,2 кГц. Так как на всю развертку при-

ходится три импульса, то средний устанавливаем на центральную вертикальную линию (рис. 21а). Переключатель «УМНОЖ.» ставим в положение «I».

Средняя метка должна остаться на центральной линии (рис. 21б). Потенциометром 5-R101 установить между по центру экрана. Переключить «УМНОЖ.» в положение «0,1». Повторить регулировку, если будет сдвиг при переключении;



а) Переключатель „Умнож." – в положении 0,1



б) Переключатель „Умнож." – в положении 1

Рис. 21. Проверка работы переключателя растяжки.

и) калибровка линейности на высоких скоростях развертки

Линейность должна быть одинаковой по всей протяженности изображения.

Для проверки установить переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,1 μs», «ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положение «А». На вход подается сигнал синусоидальной формы, 50 МГц (рис. 22).

Сместить изображение так, чтобы развертка начиналась от первой вертикальной линии сетки. Ручку «УМНОЖ.» поставить в положение «0,1». Проверить линейность по двум периодам влево и вправо от центральной линии.

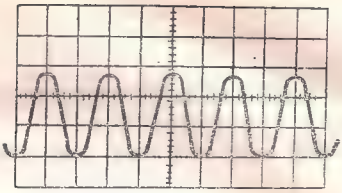


Рис. 22. Проверка линейности на высоких скоростях развертки.

Регулировкой 5-С38 и 5-С39 (плата И22.089.127 Сп) подстроить длительности периодов влево и вправо от центра. Их равенство определяет одинаковую скорость луча между первой и пятой, пятой и девятой вертикальными линиями сетки.

к) калибровка горизонтального усиления при внешнем подключении

При подаче сигнала на вход канала I должно обеспечиваться правильное горизонтальное отклонение, соответствующее положению переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Сигнал, поступающий на «ВХОД Х», также должен обеспечивать горизонтальное отклонение.

Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установлен в положение «0,02», «ВИД РАЗВЕРТКИ» — «ВНЕШ.». Импульс калиброванной амплитуды 0,1 В подать на вход канала I. Ручкой «ЯРКОСТЬ» отрегулировать видимость изображения. Горизонтальное отклонение должно составлять 5 делений ±0,25 деления (рис. 23а).

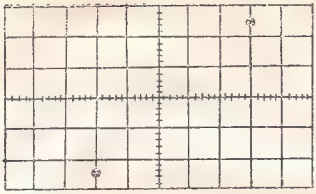
Потенциометром 5-R34 отрегулировать горизонтальное отклонение до 5 делений. Установить переключатель источника синхронизации Б в положение «ВНЕШ.». Подать на «ВХОД Х» импульс калиброванной амплитуды 2 В от генератора испытательных сигналов Г5-54.

Изображение для горизонтального отклонения находится между 6,5 и 8,7 делениями.

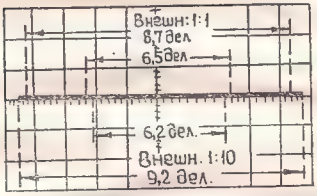
Подать на гнездо «ВХОД Х» импульс от генератора испытательных сигналов Г5-54 амплитудой 20 В.

Установить переключатель вида источника синхронизации Б в положение «ВНЕШ. 1:10».

Изображение горизонтального отклонения должно находиться между 6,2 и 9,2 делениями (рис. 23б);



а) Сигнал поступает на вход канала I.



б) Сигнал поступает на гнездо „ВХОД X".

Рис. 23. Калибровка горизонтального усиления при внешнем подключении.

л) регулировка частоты следования импульсов калибратора

Погрешность установки частоты калибратора должна быть не более $\pm 1\%$.

Напряжение калибратора амплитудой 1 В подается на вход частотомера Ч3-34. Потенциометром 3-R101 устанавливается частота 1 кГц$\pm 1\%$.

10. ПОВЕРКА ОСЦИЛЛОГРАФА

Поверка осциллографа проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 8.311-78 «Осциллографы электронно-лучевые универсальные. Методы и средства поверки». Поверке подвергаются осциллографы С1-64, находящиеся в эксплуатации, на хранении и выпускаемые из ремонта.

10. 1. Операции и средства поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в табл. 4.

Таблица 4

Наименование операции	Номера пунктов	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики
Внешний осмотр	10. 3. 1	
Опробование	10. 3. 2	Генератор импульсов типа Г5-53; длительность импульса (τ) 0,3—10^6 мкс; погрешность установки длительности $\pm(0{,}1\tau+0{,}03)$ мкс; длительность фронта 15 нс; погрешность установки амплитуды $\pm(0{,}01U+0{,}005)$ В; период повторения 1—10^7 мкс; максимальная амплитуда 10 В
Определение метрологических параметров	10. 3. 3	
Определение ширины линии луча	10. 3. 3а	Генератор импульсов типа Г5-53. Осциллограф универсальный типа С1-68: параметры пилообразного напряжения: — амплитуда 5—12 В; — длительность 2 мкс (см—2с) см.
Определение погрешности измерения напряжения	10. 3. 3б	Калибратор осциллографов типа И1-9: диапазон амплитуд 30 мкВ—100 В; погрешность установки амплитуды $\pm(2{,}5\cdot10^{-3}+3)$ мкВ; период следования (Т) 100 нс — 10 с; погрешность установки периода 10^{-4} Т
Определение погрешности измерения временных интервалов	10. 3. 3в	Калибратор осциллографов типа И1-9 Генератор стандартных сигналов типа Г4-102А: — диапазон частоты 0,1—50 МГц; выход $5\cdot10^{-7}$ —0,5 В; погрешности установки частоты $\pm1\%$ Частотомер электронно-счетный типа Ч3-34: диапазон частот $1\cdot10^{-5}$ — 120 МГц; вход 0,3 В; нестабильность частоты кварцевого генератора $\pm2\cdot10^{-7}$
Определение параметров переходной характеристики (время нарастания, выброс, неравномерность вершины, время установления, спад при закрытом входе)	10. 3. 3г	Генератор испытательных импульсов типа TR-0306 длительность импульсов $\leqslant$ 100 нс длительность фронта $\leq$ 0,25 нс Выход 50В Генератор импульсов типа Г5-60.

Примечание. Допускается применять другие вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки, прошедшие метрологическую аттестацию в органах государственной или с их разрешения ведомственной метрологической службы, с погрешностью измерения, не превышающей 1/3 допускаемой погрешности определяемого параметра.

10. 2. Условия поверки и подготовка к ней

10. 2. 1. При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

— поверку проводить в нормальных условиях:

температура окружающего воздуха С°	20±5;
относительная влажность воздуха, %	65±15;
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	100±4 (750±30)
напряжение питающей сети, В	220±4,4 или 115±2,5 для сети с частотой 400 Гц;
частота питающей сети, Гц	50±0,1; 400±12

— допускается проводить поверку в рабочих условиях, если при этом не ухудшается соотношение погрешностей поверяемого и образцового приборов.

10. 2. 2. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

— подготовлены вспомогательные устройства (кабели, нагрузки, аттенюаторы, разветвители и т. п.) из комплекта поверяемого прибора и образцовых средств поверки;

— поверяемый осциллограф и средства поверки должны быть заземлены и выдержаны во включенном состоянии в течение 15 мин.

10. 3. Проведение поверки

10. 3. 1. Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

— поверяемые осциллографы должны быть укомплектованы в соответствии с разделом 3 «Комплект поставки» И22.044.040ФО;

— поверяемые осциллографы не должны иметь механических повреждений кожуха, крышек, лицевой панели, регулировочных и соединительных элементов, отсчетных шкал и устройств, нарушающих работу осциллографа или затрудняющих поверку;

— должна быть обеспечена четкая фиксация всех переключателей во всех позициях при совпадении указателя позиции с соответствующими надписями на панели прибора.

10. 3. 2. Опробование

Опробование проводится после времени самопрогрева, равного 15 мин. Допускается проводить опробование сразу после включения осциллографа.

Опробование проводится при помощи генератора импульсов Г5-53.

Проверка работы осциллографа в автоколебательном режиме.

Осциллограф С1-64 перевести в автоколебательный режим, при этом установить переключатели:

«РЕЖИМ А», «РЕЖИМ Б» — в положение «АВТ.»;

«ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положение «А»;

«РЕЖИМ РАБОТЫ» — в положение «1».

Проверить наличие линии развертки А электронного луча на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), регулировку яркости и фокусировку луча, смещение луча в горизонтальном и вертикальном направлениях.

После этого переключатели «ВИД РАЗВЕРТКИ» установить в положение «Б», «РЕЖИМ РАБОТЫ» — в положение «II», шкалу «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» — в положение «0,40», и проверить наличие линии развертки Б, а также смещение луча в вертикальном направлении для канала II.

Провести калибровку коэффициентов отклонения каналов I, II и разверток А, Б по внутреннему калибратору согласно раздела 7. 2 технического описания.

Проверка работы органов регулировки коэффициента развертки.

Поверяемый осциллограф перевести в режим внешнего запуска, генератор импульсов Г5-53 — в режим внутреннего запуска. При этом в осциллографе С1-64 установить переключатели в положение:

«ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, 1:10» синхронизации А, Б — «ВНЕШ. 1:1»;

«РЕЖИМ А»	— «АВТ.»;
«РЕЖИМ Б»	— «ЖДУЩ.»;
«УМНОЖ.»	— «1»;
«МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ»	— «0,40»;
«ВИД РАЗВЕРТКИ»	— «А»;
«ВРЕМЯ/ДЕЛ.»	— «0,1 μs»;
«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I	— «0,2»;
«РЕЖИМ РАБОТЫ»	«1».

Подать на гнездо «ВХОД» канала I от генератора Г5-53 основной импульс (при максимальной частоте повторения) ампли-

тудой, соответствующей четырем делениям шкалы ЭЛТ по вертикали длительностью, соответствующей пяти делениям шкалы ЭЛТ по горизонтали, и на гнездо «ВХОД» синхронизации А синхронизирующий импульс.

Органами регулировки амплитуды синхронизирующих импульсов генератора, задержки основных импульсов генератора и, при необходимости, ручками «УРОВЕНЬ», «СТАБ. ВЧ» синхронизации А поверяемого осциллографа добиться устойчивого изображения импульсов на экране ЭЛТ.

Увеличивая фиксированное значение коэффициента развертки А, наблюдать уменьшение ширины импульсов на экране ЭЛТ. При достижении ширины изображения импульса одного деления длительность импульса увеличить так, чтобы ширина изображения на экране ЭЛТ снова была равна пяти делениям по горизонтали.

Частоту повторения импульсов соответственно уменьшают до минимального значения частоты повторения импульсов синхронизации поверяемого осциллографа.

При одном, по выбору поверителя, фиксированном значении коэффициента развертки А проверяют работоспособность плавной регулировки коэффициента развертки.

Переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» перевести в положение «Б», синхронизирующий импульс с гнезда «ВХОД» синхронизации А снять и подать на гнездо «ВХОД» синхронизации Б.

Переключатель «ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, 1:10» синхронизации А перевести в положение «ВНУТР.».

Проверка работы органов регулировки коэффициентов развертки Б проводится аналогично как и при развертке А, при этом передний фронт импульса может не наблюдаться. При необходимости, ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А, Б добиться устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ.

Проверка работы осциллографа в режиме внутреннего запуска.

Поверяемый осциллограф перевести в режим внутреннего запуска.

Переключатели:

«ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, 1:10» синхронизации А и Б — установить в положение «ВНУТР.»;

«ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положение А.

Остальные переключатели установить, как при проверке работы органов регулировки коэффициентов развертки, при этом сигнал внешней синхронизации снять.

Подать на гнездо «ВХОД» канала I от генератора Г5-53 основной импульс (при максимальной частоте повторения) амплитудой, соответствующей четырем делениям шкалы ЭЛТ по

вертикали и длительностью, соответствующей пяти делениям шкалы ЭЛТ по горизонтали. Регулировкой ручками «УРОВЕНЬ», «СТАБ. ВЧ» синхронизации А поверяемого осциллографа добиться устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ. Уменьшать амплитуду основных импульсов генератора Г5-53 до минимального значения 0,5 деления (4 мм), при этом синхронизация развертки А должна оставаться устойчивой.

При необходимости допускается проводить дополнительную регулировку уровня синхронизации.

Переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» перевести в положение «Б».

Проверку работы осциллографа в режиме внутреннего запуска развертки Б провести аналогично проверке развертки А, при этом передний фронт импульса может не наблюдаться.

Проверка работы органов регулировки коэффициента отклонения.

Поверяемый осциллограф перевести в режим внешнего запуска, генератор импульсов Г5-53 — в режим внутреннего запуска. При этом в осциллографе С1-64 установить переключатели в положение:

«ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, 1:10» — синхронизации А — «ВНЕШ. 1:1»;

«ВРЕМЯ/ДЕЛ.»	— «0,1 ms»;
«РЕЖИМ А»	— «АВТ.»;
«УМНОЖ.»	— «1»;
«РЕЖИМ РАБОТЫ»	— «1»;
«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» каналов I, II	— «0,005»;
«ВНУТР. СИНХР.»	— «1,11».

Подать на гнездо «ВХОД» канала I от генератора Г5-53 основной импульс амплитудой, соответствующей пяти делениям шкалы ЭЛТ по вертикали, длительностью, соответствующей пяти-шести делениям шкалы ЭЛТ по горизонтали, и синхронизирующий импульс на гнездо «ВХОД» синхронизации А.

Органами регулировки синхронизации А «УРОВЕНЬ», «СТАБ. ВЧ», задержки синхронизации генератора Г5-53 добиться устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ. Увеличивая фиксированное значение коэффициента отклонения, наблюдать уменьшение высоты изображения импульса на экране ЭЛТ. При достижении высоты импульса одного деления по вертикали амплитуду основных импульсов генератора Г5-53 увеличить так, чтобы высота изображения импульса на экране ЭЛТ снова была равна пяти делениям по вертикали.

При одном, по выбору поверителя, фиксированном значении коэффициента отклонения проверить работоспособность плавной регулировки коэффициента отклонения.

Переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» установить в положение «II». Поверку коэффициентов отклонения канала II провести аналогичным способом.

10. 3. 3. Определение метрологических параметров

10. 3. 3а. Определение ширины линии луча.

Ширину линии луча в вертикальном направлении определяют методом косвенного измерения при помощи генератора импульсов Г5-53.

Поверяемый осциллограф перевести в автоколебательный режим развертки, при этом установить переключатели в положение:

«А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «5 μs»;
«ВИД РАЗВЕРТКИ» — «А»;
«РЕЖИМ А» — «АВТ.»;
«УМНОЖ.» — «1»;
«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I — «2»;
«РЕЖИМ РАБОТЫ» — «1».

Генератор Г5-53 перевести в режим внутреннего запуска и от него через аттенюатор 20 дБ подать на гнездо «ВХОД» канала I основной импульс с периодом следования 40—200 мкс, длительностью 10—50 мкс, амплитудой 2—5 В. Ручкой «УРОВЕНЬ» синхронизации А добиться срыва синхронизации, при этом на экране ЭЛТ будут наблюдаться две горизонтальные линии. Ручкой « ↕ » канала I переместить изображение к верхней границе рабочего участка экрана ЭЛТ.

При оптимальной яркости и фокусировке луча уменьшать при помощи органов регулировки генератора амплитуду импульсов до значения, при котором светящиеся линии соприкоснутся.

Ширину линии луча по вертикали d_B в делениях вычисляют по формуле

$$d_B = \frac{U_1}{a_B}, \qquad (1)$$

где U_1 — амплитуда импульсов, В;
a_B — коэффициент отклонения по вертикали, В/дел.

Аналогично измерить ширину линии луча в середине и в нижней границе рабочего участка экрана ЭЛТ.

Ширину линии луча в горизонтальном направлении определяют методом косвенного измерения при помощи генератора импульсов Г5-53 и источника пилообразного напряжения (используется осциллограф С1-68, имеющий выход пилообразного напряжения).

На поверяемом осциллографе С1-64 установить переключатели в положение:

«ВИД РАЗВЕРТКИ» — «ВНЕШ.»;

«ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1, 1:10» синхронизации Б — «ВНЕШ. 1:1»;

«РЕЖИМ РАБОТЫ» — «1»;

«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I — «2».

На гнездо «ВХОД» канала I подать пилообразное напряжение с гнезда «⊖-Λ» осциллографа С1-68 (при этом переключатель «ВРЕМЯ/СМ» установить в положение «5 μs», переключатель «X, x1, x2» — в положение «x1»), а на гнездо «ВХОД X» подать от генератора Г5-53 основной импульс с параметрами, как и при проверке ширины линии луча в вертикальном направлении.

На экране ЭЛТ наблюдать две вертикальные линии. Изменяя с помощью переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» канала I значение коэффициента отклонения, установить высоту изображения линий, возможно близкую к длине рабочего участка шкалы ЭЛТ по вертикали.

Коэффициент отклонения по горизонтали $a_г$ вычисляют по формуле

$$a_г = \frac{U_2}{l}, \qquad (2)$$

где U_2 — амплитуда импульсов на выходе генератора, В;

l — длина изображения по горизонтали, деления.

С помощью ручек «⟷ ГРУБО, ПЛАВНО» переместить изображение к левой границе рабочего участка экрана ЭЛТ.

При оптимальной яркости и фокусировке изменять амплитуду импульсов генератора Г5-53 до значения U_3. при котором две светящиеся вертикальные линии соприкоснутся.

Ширину линии луча $d_г$ по горизонтали вычисляют по формуле

$$d_г = \frac{U_3}{a_г}, \qquad (3)$$

Аналогично измерить ширину линии луча в середине и у правой границы рабочего участка ЭЛТ.

Результат проверки считается удовлетворительным, если ширина линии луча в вертикальном и горизонтальном направлениях не превышает 0,8 мм (0,1 дел.).

10.3.3б. Определение погрешности измерения напряжения. Определение погрешности измерения напряжения тракта вертикального отклонения производится методом прямого изме-

рения при помощи импульсного калибратора осциллографов И1-9. Перед проверкой производится калибровка коэффициента отклонения усилителей вертикального отклонения каждого канала по внутреннему калибратору амплитуды (при проверке с делителем 1:10 калибровка производится совместно с осциллографом) согласно п. 7. 2.

От прибора И1-9 с выхода калибратора напряжения подаются прямоугольные импульсы вначале на гнездо «ВХОД» канала 1, а затем на гнездо «ВХОД» канала II. Переключатели «~, ⊥, ≂ » усилителей обоих каналов устанавливаются в положение « ≂ , переключатель «ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ. 1:1—1:10» синхронизации А в положение «ВНУТР». Ручки «УСИЛЕНИЕ» каналов I и II устанавливаются в крайнем правом положении («КАЛИБР»); коэффициент развертки — одно из значений.

Проверка производится во всех положениях переключателей «ВОЛЬТ/ДЕЛ» (с делителем 1:10 в положении «0,02») при величине изображения сигнала на экран ЭЛТ равной 2,4 и 6 делений шкалы.

Изображение сигнала должно располагаться симметрично относительно горизонтальной оси экрана.

Плавным изменением выходного напряжения импульсного калибратора осциллографов И1-9 добиться точного совпадения размера изображения с делениями шкалы.

Погрешность измерения напряжения в процентах определяется по индикатору прибора И1-9.

Результат проверки считается удовлетворительным, если погрешность измерения напряжения не превышает ±5% (с делителем 1:10 не более ±7%) при измеряемом размере изображения величиной от 4 до 6 делений и ±6% (с делителем 1:10 не более ±8%) при измеряемом размере изображения величиной от 2 до 4 делений.

10.3.3в. Определение погрешности измерения временных интервалов. Определение погрешности измерения временных интервалов производится методом прямых измерений при помощи калибратора осциллографов. И1-9 и методом косвенного измерения при помощи генератора сигналов Г4-102А и электронно-счетного частотомера Ч3-34.

Перед проверкой ручки «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» и «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ Б» устанавливаются в калиброванное положение и производится калибровка развертки по внутреннему калибратору длительности согласно п. 7. 2.

На вход испытуемого прибора подается напряжение такой частоты, чтобы на рабочей части развертки на 10 делениях укладывалось 10 периодов сигнала (см. таблицу 5).

Таблица 5

Длительность одного деления развертки	Калиброванная частота	Прибор	Положение переключателя «УМНОЖ.»	Примечание
0,1 с/дел	10 Гц	И1-9	1	
50 мс/дел	20 Гц	„	„	
20 мс/дел	50 Гц	„	„	
10 мс/дел	100 Гц	„	„	
5 мс/дел	200 Гц	„	„	
2 мс/дел	500 Гц	„	„	
1 мс/дел	1 кГц	„	„	
0,5 мс/дел	2 кГц	„	„	
0,2 мс/дел	5 кГц	„	„	
0,1 мс/дел	10 кГц	„	„	
50 мкс/дел	20 кГц	„	1	
20 мкс/дел	50 кГц	„	„	
10 мкс/дел	100 кГц	„	„	
5 мкс/дел	200 кГц	„	„	
2 мкс/дел	500 кГц	„	„	
1 мкс/дел	1 МГц	„	„	
0,5 мкс/дел	2 МГц	„	„	
0,2 мкс/дел	5 МГц	„	„	
0,1 мкс/дел	10 МГц	„	„	
0,05 мкс/дел	20 МГц	Г4-102А	0,1	
0,02 мкс/дел	50 МГц	„	„	
0,01 мкс/дел	50 МГц	„	„	На 10 делениях укладка 5 периодов

Проверка погрешности измерения временных интервалов производится на 4, 6, 8 и 10 делениях шкалы осциллографа.

Плавным изменением периода сигнала прибора И1-9 или генератора Г4-102А добиваемся точного совмещения 4 периодов установленного сигнала с 4 делениями шкалы в начале, середине и конце рабочей части развертки.

При прямом методе измерения погрешность измерения временных интервалов в процентах определяется по индикатору прибора И1-9.

При косвенном методе измерения измеряется установленный период входного сигнала от генератора Г4-102А. Электронно-счетный частотомер Ч3-34 используется при необходимости для повышения точности установки частоты.

Погрешность измерения временных интервалов (δ_A) в процентах вычисляется по формуле

$$\delta_A = \frac{Аном — Ад}{Аном} \cdot 100, \qquad (5)$$

где Аном — номинальное значение временного интервала, единица времени;

Ад — действительное (измеренное) значение временного интервала, единица времени.

Проверка погрешности временных интервалов на 6 , 8 и 10 делениях шкалы проводится аналогично.

Измерение производится на рабочем участке развертки 80 мм за исключением 40 нс от начала развертки в положениях «0,1μs», «0,2μs», «0,5μs» переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ» при растяжке (переключателем «УМНОЖ.» в положение «0,1»).

Сначала проверяется развертка А, а затем — Б.

Примечания:

1. При использовании множителя развертки длительность калиброванных разверток А и Б умножается на 0,1.
2. Рабочей частью развертки является участок длиной 80 мм от ее начала, за исключением начального участка длительностью 40 нс.
3. Длительности развертки А 0,2, 0,5, 1 с/дел являются обзорными.
4. Допускается отсутствие развертки Б на экране ЭЛТ в положениях шкалы «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» от отметки «0» до «0,40».

Результат проверки считается удовлетворительным, если погрешность измерения временных интервалов не превышает ±5%.

10.3.3г. Определение параметров переходной характеристики. — Проверка времени нарастания ($t_н$ рис. 24) переходной характеристики каналов I и II вертикального усилителя производится во всех калиброванных положениях переключателей «ВОЛЬТ/ДЕЛ» (с выносным делителем 1:10 в положении «0,02») путем поочередной подачи на вход каналов I и II испытательного импульса от генератора TR-0306. Проверка производится импульсами положительной или отрицательной полярности.

Величина размаха изображения на экране ЭЛТ устанавливается 6 делений (48 мм), а время нарастания переходной характеристики измеряется как время нарастания изображения импульса от уровня 0,1 до уровня 0,9 его амплитуды.

Результат проверки считается удовлетворительным, если время нарастания переходной характеристики в любом из каналов не превышает:

9 нс — в положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ» — «0,005»;

8 нс — в положениях переключателя «0,01», «2», «5», «10» «ВОЛЬТ/ДЕЛ»;

7 нс — при остальных положениях переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ»;

для прибора с делителем 1:10 И22.727.048:

10,5 нс — в положении «0,005» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

9,5 нс — в положениях «0,01», «2», «5», «10» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ»;

8,5 нс — в остальных положениях переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ».

Примечание: Проверку времени нарастания переходной характеристики в положении «10» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ» допускается проводить при величине изображения на экране ЭЛТ не менее 2,4 деления.

— Проверка времени установления ($\tau_у$, рис. 24) переходной характеристики тракта вертикального отклонения производится на всех калиброванных положениях переключателей «ВОЛЬТ/ДЕЛ» путем поочередной подачи на вход каналов I, II от генератора TR-0306 испытательного импульса положительной или отрицательной полярности амплитудой изображения 4 деления (32 мм).

Время установления переходной характеристики измеряется как временной интервал от уровня 0,1 амплитуды импульса до момента, когда значение переходной характеристики после выброса достигает допустимой величины неравномерности вершины.

Измерение времени установления производится в положении «0,1μs» переключателя «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ» и переключателя «УМНОЖ» в положении «0,1».

Результат проверки считается удовлетворительным, если время установления переходной характеристики не превышает 40 нс.

— Проверка величины выброса ($\delta_в$, рис. 24) на переходной характеристике каналов I и II производится во всех калиброванных положениях переключателей «ВОЛЬТ/ДЕЛ» (с выносным делителем 1:10 в положении «0,02») путем поочередной подачи на входы каналов I и II от генератора TR-0306 испытательного импульса положительной или отрицательной полярности.

Величина размаха изображения на экране ЭЛТ устанавливается 4-е деления (32 мм).

Величина выброса $\delta_в$ в процентах определяется по формуле:

$$\delta в = \frac{\Delta A}{A_1} \cdot 100, \qquad (6)$$

где ΔA — значение выброса как превышение над установившимся значением переходной характеристики в мм;

A_1 — установившееся (амплитудное) значение переходной характеристики в мм.

Результат проверки считается удовлетворительным, если величина выброса не превышает 5% (с выносным делителем 1:10 И22.727.048 — 8%).

Примечание. Проверку величины выброса на переходной характеристике в положении «10» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» допускается проводить при величине изображения на экране ЭЛТ не менее 2,4 деления.

— Проверка неравномерности ($\delta_н$, рис. 24) вершины переходной характеристики каналов I и II производится во всех калиброванных положениях переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ» путем поочередной подачи на входы каналов испытательного импульса от генератора TR-0306.

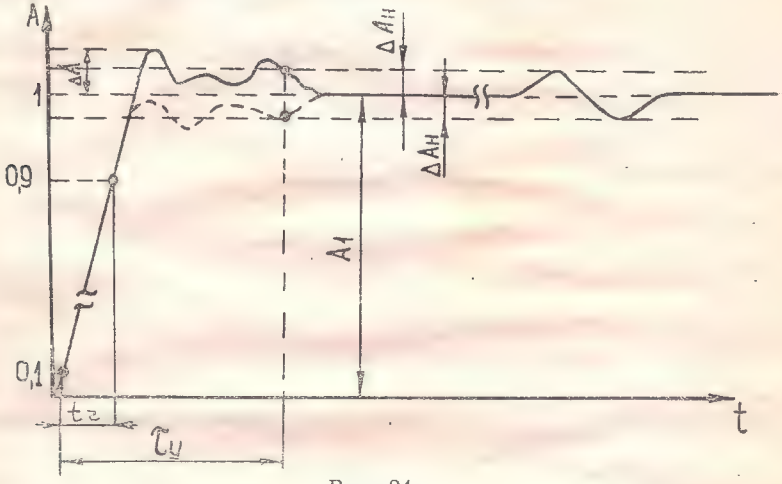


Рис. 24.

Измерения производятся на участке вершины переходной характеристики, расположенном после временного интервала, соответствующего допустимому времени установления (40 нс) переходной характеристики, (т. е. после временного интервала от уровня 0,1 до момента, когда значение переходной характеристики после выброса достигает величины неравномерности установившегося значения) по шкале на экране ЭЛТ при максимальном усилении.

Величина изображения импульса на экране ЭЛТ устанавливается равной 4 деления. Переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ /ДЕЛ и ВРЕМЯ ЗАДЕРЖКИ» устанавливается в положение «0,1μs», а переключатель «УМНОЖ» в положение «0,1».

Значение неравномерности $\delta_н$, выраженное в процентах от установившегося значения переходной характеристики рассчитывается по формуле:

$$\delta_н = \frac{\Delta A_н}{A_1} \cdot 100, \qquad (7)$$

где $\Delta A_н$ — максимальное отклонение от установившегося значения переходной характеристики, мм или В;

A_1 — установившееся значение переходной характеристики, мм или В. (см. рис. 24).

Результат проверки считается удовлетворительным, если значение неравномерности $\delta_н$ после времени установления переходной характеристики (40 нс) не превышает 3%.

— Проверка величины спада (δсп, рис. 25) установившегося значения переходной характеристики производится при закрытом входе (переключатель «≂, ⊥, ~» в положении «~») усилителей каналов I и II путем подачи на проверяемый канал импульсов длительностью не менее 10 мс и периодом повторения 20 мс от генератора Г5-53. Величина изображения импульса при положении «0,2» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» устанавливается равной 4-м делениям (32 мм).

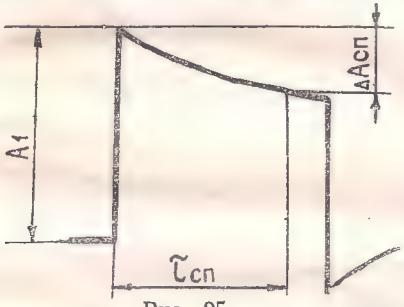


Рис. 25.

Величина спада вершины δсп в процентах рассчитывается по формуле:

$$\delta сп = \frac{\Delta Aсп}{A_1} \cdot 100, \qquad (8)$$

где ΔAсп — спад вершины, мм или В;

A_1 — установившееся значение переходной характеристики. мм или В;

Результат проверки считается удовлетворительным, если величина спада не превышает 10% на длительности (τсп) 10 мс.

Примечание. При исследовании и измерении параметров высокочастотных сигналов может наблюдаться незначительное искажение его формы. Оптимальной формы исследуемого сигнала можно добиться с помощью ручки «УРОВЕНЬ» синхронизации А или Б.

10. 4. Оформление результатов поверки

Результат первичной поверки при выпуске из производства и ремонта осциллографов оформляют отметкой в формуляре И22.044.040 ФО.

На осциллографы, признанные годными при поверке в органах Госстандарта СССР, выдают свидетельство установленной формы.

Результаты периодической ведомственной поверки оформляют документом, составленным ведомственной метрологической службой.

Осциллографы, не удовлетворяющие требованиям раздела 10 технического описания, к выпуску и применению не допускаются Периодичность поверки — один раз в год.

11. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

11. 1. Общие указания

Ремонт прибора должен производиться в условиях радиоизмерительной лаборатории. Во время ремонта следует строго придерживаться мер безопасности, изложенных в разделе 6 настоящего описания. Настоящей инструкцией невозможно предусмотреть и дать указания на отыскания и устранения всех возможных неисправностей. В приведенной ниже табл. 11 даны только наиболее возможные и простые неисправности, их признаки и способы устранения, поэтому указаную таблицу нельзя считать полной.

К настоящему описанию приложены принципиальные схемы, осциллограмы импульсных напряжений, а также чертежи расположения элементов схемы, которыми следует пользоваться при определении неисправностей и их устранения.

Методика ремонта прибора ничем не отличается от обычной методики ремонта радиотехнического оборудования. В случае неисправности прибора следует в первую очередь отключить его от сети. Убедиться в исправности выходного кабеля и вставки плавкой на задней панели прибора. Чтобы получить доступ к элементам схемы для их осмотра и замены в случае неисправности, требуется снять крышки. Верхняя и нижняя крышки прикреплены винтами, расположенными на боковых стяжках прибора. Для снятия их ослабить винты и освободить крышки.

При выборе заменяющих комплектующих изделий следует учитывать их размер и форму, которые могут повлиять на высокочастотные параметры. Все заменяющие комплектующие изделия должны быть эквивалентны.

Замена элементов на платах производится без снятия последних. Чтобы получить доступ к элементам внутри прибора,

требуется снять ту или иную плату. Для этого следует отвинтить винты, крепящие плату к прибору, и снять штыревые соединения, при помощи которых осуществляется внешняя подводка проводов электрических соединений к плате.

В случае неисправности ЭЛТ следует заменить ее. Снять крышки с прибора, как описывалось выше. Открутить два винта, крепящие экран с трубкой у передней панели. Ослабить хомутик, крепящий экран около задней панели прибора. Снять провода, поступающие от выходных каскадов на горизонтальные и вертикальные отклоняющие пластины. Отсоединить от трубки высоковольтный (+8,5 кВ) провод.

Снять цоколь ЭЛТ. Сдвинуть экран к задней панели прибора, приподнять и осторожно вытащить из него ЭЛТ.

Исправную ЭЛТ аккуратно, чтобы не повредить боковые штырьки, вставить в экран и повторить вышеописанные операции в обратном порядке.

Чтобы получить доступ к усилителю «Z», следует снять заднюю стенку прибора. Для этого надо отвинтить четыре ножки подставки и отсоединить сетевой шнур.

Поиск неисправностей следует вести в следующем порядке:

а) проверить подключенную аппаратуру, правильность подачи сигнала и исправность кабелей и пробников;

б) проверить положение ручек, так как их неправильное положение может создать видимость несуществующего повреждения;

в) проверить правильность регулировки прибора или поврежденного узла, если возникает неисправность в одном из узлов. Обнаруженная неисправность может быть результатом неправильной подстройки и устраняется при регулировке.

Прибор состоит из 14 основных узлов. Взаимодействие между узлами показано в таблице 10, которая облегчает поиск неисправностей в отдельном узле. В левой колонке таблицы дан перечень узлов в порядке их влияния на другие узлы прибора. Узлы, взаимодействующие с большинством других узлов, расположены в начале.

Эта таблица не дает исчерпывающего перечисления всех взаимодействующих узлов, но служит в качестве пособия при поиске неисправностей.

Для определения неисправности в узле следует проанализировать симптомы повреждения.

Если неисправность трудно обнаружить, можно воспользоваться таблицей. Найти горизонтальную линию, которая соответствует поврежденному узлу. Проверить прежде всего этот узел. Если он не является источником повреждения, проверить

Таблица 10

Перечень основных узлов прибора	Источники питания	Предусилитель синхронизации	Генератор развертки А	Горизонтальный усилитель	Генератор развертки Б	Цепь ЭЛТ	Коммутирующее устройство	Выходной вертикальный усилитель	Усилитель «Z»	Синхронизатор А	Синхронизатор Б	Предусилитель канала I	Предусилитель канала II	Калибратор
Источники питания	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Предусилитель синхронизации	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Генератор развертки А	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Горизонтальный усилитель	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Генератор развертки Б	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Цепь ЭЛТ	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Коммутирующее устройство	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Выходной вертикальный усилитель	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Усилитель «Z»	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Синхронизатор А	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Синхронизатор Б	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Предусилитель канала I	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Предусилитель канала II	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Калибратор	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

передний, отмеченный знаком «Х», узел в вертикальной колонке, пересекающей данную горизонтальную линию.

Используя штыревые соединения, можно легко обеспечить изоляцию платы.

Например, в случае короткого замыкания в низковольтном блоке источника питания, изоляция платы осуществляется, если снять с платы штыревые соединения, подводящие эти напряжения.

Неправильная работа всех узлов часто указывает на неисправность в низковольтном блоке. Поэтому прежде всего проверить правильность регулировки отдельных источников.

В таблице 2 даны допуски для источников питания прибора. Если величина напряжения источников находится в пределах указанных допусков, то можно предположить, что источник работает правильно. Отклонения значений напряжения указывают на неправильную работу или плохую регулировку источника.

Следует помнить, что поврежденный элемент где-либо в приборе также может повлиять на работу других схем и ввести в заблуждение относительно неисправности блока питания.

После обнаружения поврежденного узла тщательно проверить штыревые соединения на плате. Визуально осмотреть схему, в которой обнаружена неисправность.

Убедиться в отсутствии незапаянных соединений, оборванных проводов, отдельных повреждений платы или элементов. Если есть неисправности, устранить их.

Проверить напряжения и формы импульсов. Это помогает определить поврежденный элемент. Типичные напряжения и формы импульсов даны в приложении.

Проверку отдельных элементов требуется производить, отпаяв один конец от схемы. В таком случае исключается влияние остальных элементов на проверяемый.

Внимание! Недопустимо пользоваться тестерами для прозвонки цепей с туннельными диодами.

Триоды и нувисторы лучше всего проверить в рабочих условиях. Предполагаемый неисправный триод или нувистор можно заменить ранее проверенным или новым элементом. Однако при этом схема должна быть в таком режиме, чтобы не повредились замененные элементы.

После замены всех неисправных элементов новыми, следует проверить основные параметры прибора и при необходимости произвести регулировку с помощью органов подстройки.

11. 2. Краткий перечень возможных неисправностей

Возможные неисправности и методы их исправления приведены в таблице 11.

Таблица 11

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
При включении тумблера «СЕТЬ» плавится вставка плавкая Пр1 или перегревается трансформатор Тр1.	а) неправильно установлен тумблер вида сети (220 В и 115 В);	а) проверить установку тумблера сети;
	б) короткое замыкание во вторичных или первичных цепях трансформатора;	б) проверить трансформатор;
	в) пробой выпрямительных диодов Д6, Д7, Д9, Д10, 9-Д1÷9-Д8, Д11, Д12;	в) проверить диоды, неисправные заменить;
	г) пробой электролитических конденсаторов С91, С93÷С99;	г) проверить конденсаторы, неисправные заменить;
	д) короткое замыкание на входе стабилизаторов +10 В, минус 10 В +80 В.	д) устранить короткое замыкание.
Не стабилизирует стабилизатор минус 10 вольт.	а) неисправны триоды Т15, Т16, 10-Т7÷10-Т10;	а) проверить транзисторы, неисправные заменить;
	б) неисправны стабилитроны 10-Д8, 10-Д9;	б) проверить величину опорного напряжения на стабилитронах, неисправные заменить;
	в) не стабилизирует источник +80 В.	в) проверить величину и стабильность источника +80 В.
Не стабилизирует источник +10 вольт.	а) неисправны триоды Т13, Т14, 10-Т4÷10-Т6;	а) проверить транзисторы, неисправные заменить;
	б) не стабилизируют стабилизаторы +80 В и минус 10 В.	б) проверить величину и стабильность источников +80 В и минус 10 В.
Не стабилизирует источник +80 В.	а) неисправны триоды Т9÷Т12, 10-Т1÷10-Т3;	а) проверить триоды, неисправные заменить;
	б) пробит стабилитрон Д8;	б) проверить стабилитрон Д8, неисправный заменить;

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
	в) не стабилизирует источник минус 10 В или отсутствует напряжение +150 В;	в) проверить величины напряжений минус 10 В и +150 В и стабильность источника минус 10 В;
	г) пробиты стабилитроны 10-Д1, 10-Д2.	г) проверить величину напряжения на стабилитронах, неисправные заменить.
Сильно завышены выходные напряжения +10 В, +80 В, минус 10 В.	а) вышли из строя триоды Т9, Т10, Т13÷Т16;	а) проверить триоды, неисправные заменить;
	б) коллекторы триодов Т15, Т16 соединены с корпусом;	б) устранить причину соединения коллекторов триодов Т15, Т16 с корпусом.
Сильно занижены, отсутствуют или не регулируются выходные напряжения +10В, +80 В, минус 10 В.	а) вышли из строя транзисторы Т9÷Т16, 10-Т1÷10-Т10;	а) неисправные триоды заменить;
	б) пробой выпрямительных диодов Д9÷Д12, 9-Д1÷9-Д8;	б) неисправные диоды заменить;
	в) неисправны потенциометры 10-R10, 10-R13; 10-R26;	в) неисправные потенциометры заменить;
	г) короткое замыкание, значительное увеличение потребления источников;	г) устранить короткое замыкание или перегрузку;
	д) вышла из строя вставка плавкая Пр3.	д) неисправную вставку плавкую заменить.
Отсутствуют или сильно занижены напряжения минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ, +8,5 кВ.	а) отсутствуют питающие напряжения +80 В, +10 В, минус 10 В, +150 В, +27 В.	а) проверить величину напряжения, установить причину его отсутствия;
	б) вышла из строя вставка плавкая Пр2;	б) неисправную вставку плавкую заменить;
	в) неисправны триоды Т1 (У1), Т2 (У1), Т3 (У1), Т4 (У1), Т1 (ЯП3.219.006 Э3);	в) проверить транзисторы, неисправные заменить;

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
	г) увеличилось сопротивление резисторов R2*, R3* (ЯП3.219.006 Э3).	г) проверить номиналы резисторов, неисправный заменить;
	д) короткое замыкание или значительное увеличение потребления источников минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ, +8,5 кВ;	д) устранить причину короткого замыкания;
	е) пробит трансформатор Тр1 (ЯП3.219.006 Э3).	е) заменить трансформатор;
	ж) обрыв потенциометра R1 (ЯП3.219.006 Э3).	ж) заменить потенциометр;
	з) пробиты диоды Д1÷Д3 (У2), Д1÷Д4 (У3), Д1÷Д10(У4) (ЯП3.219.006 Э3).	з) сменить высоковольтные выпрямители.
Сильно завышены напряжения минус 1,9 кВ, минус 1,98 кВ, +8,5 кВ.	а) завышены питающие напряжения +80 В, +10 В, минус 10 В, +150 В	а) проверить величину напряжения. Устранить причину его увеличения;
	б) уменьшилось сопротивление резисторов R2*, R3* (ЯП3.219.006 Э3) или они закорочены.	б) заменить резистор или устранить причину короткого замыкания.
Отсутствует луч на экране ЭЛТ	а) плохой контакт панели ЭЛТ;	а) исправить контакт или панель ЭЛТ;
	б) неисправна ЭЛТ;	б) заменить ЭЛТ;
	в) нет всех необходимых питающих напряжений ЭЛТ;	в) проверить и устранить неисправность в цепях питания ЭЛТ;
	г) неисправна схема усилителя.	г) проверить триоды 4-Т1÷4-Т4, неисправные заменить.

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
Луч ЭЛТ не перемещается по вертикали.	а) разбалансирован усилитель «Y»;	а) произвести балансировку усилителя;
	б) неисправен потенциометр R16 (R39).	б) заменить потенциометр;
Луч ЭЛТ не перемещается по горизонтали.	а) неисправны триоды 5-Т18÷5-Т21, Т7, Т8;	а) найти неисправные триоды и заменить их;
	б) неисправны потенциометры R84, R85.	б) заменить потенциометры.
Нет усиления по вертикали.	а) неисправны триоды Т1, Т2;	а) проверить триоды и неисправные заменить;
	б) обрыв входного кабеля;	б) исправить или заменить входной кабель;
	в) неисправен переключатель В2 (В4);	в) исправить или заменить переключатель.
При работе в режимах «ПООЧЕР.», «ПРЕР.» подсвечивается обратный ход луча.	а) неисправен триод 1-Т9.	а) заменить триод 1-Т9.
Не запускается развертка А.	а) неисправны триоды 3-Т7, 3-Т12, 3-Т23, 3-Т19, 3-Т20;	а) найти неисправный триод и заменить его;
	б) неисправны диоды 3-Д15; 3-Д16, 3-Д32, 3-Д33; 3-Д39;	б) найти неисправные диоды и заменить их;
	в) неисправен нувистор 3-Л4;	в) заменить;
	г) нет контакта в переключателе В21.	г) исправить переключатель или заменить;
Подсвечивается обратный ход луча.	а) неисправны триоды 3-Т15, 3-Т16.	а) неисправные триоды заменить;
Генератор развертки А не синхронизируется.	а) неисправна схема предусилителя синхронизации;	а) проверить триоды 3-Т1÷3-Т4, неисправные заменить;
	б) неисправен нувистор 3-Л2;	б) заменить;

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Методы устранения неисправности
	в) неисправны триоды 3-Т5÷3-Т7;	в) проверить, неисправные заменить;
	г) неисправны диоды 3-Д8÷3-Д12;	г) проверить, неисправные заменить;
	д) неисправны потенциометры 3-R35, R72;	д) проверить, неисправные заменить;
	е) неисправны переключатели В9, В10.	е) проверить, неисправные заменить.
Не запускается развертка Б.	а) неисправен нувистор 5-Л3;	а) заменить нувистор;
	б) неисправны триоды 5-Т4÷5-Т9, 5-Т13÷5-Т15;	б) проверить, неисправные заменить;
	в) неисправны диоды 5-Д18, 5-Д14, 5-Д22, 5-Д24;	в) проверить, неисправные заменить;
	г) неисправен переключатель В23.	г) исправить или заменить.
Генератор развертки Б не синхронизируется.	а) неисправен нувистор 5-Л2;	а) проверить, если неисправный — заменить;
	б) неисправны триоды 5-Т1÷5-Т3;	б) проверить, неисправные заменить;
	в) неисправны диоды 5-Д8÷5-Д12, 5-Д17;	в) неисправные диоды заменить;
	г) неисправны потенциометры 5-R16, R97;	г) проверить, неисправные заменить.
	д) неисправны переключатели В16, В17.	д) проверить, неисправные заменить;
Не работает калибратор.	а) неисправны микросхема 3-А1, диод 3-Д40, стабилитрон 3-Д41.	а) проверить и заменить неисправные;
	б) неисправен потенциометр 3-R105.	б) проверить и заменить, если неисправен.

12. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

12. 1. Общие указания

Техническое обслуживание проводится с целью обеспечения нормальной работы прибора в течение его эксплуатации. Условия окружающей среды, в которой находится прибор, определяют периодичность осмотра.

Рекомендуемые виды и сроки проведения технического обслуживания:

— визуальный осмотр — каждые 3 месяца;
— внутренняя и внешняя чистка — каждые 6 месяцев;
— смазка — каждые 12 месяцев.

При вскрытии прибора и проведении технического обслуживания следует помнить о мерах безопасности, указанных в разделе 6 настоящего описания.

Для вскрытия прибора следует отвинтить два специальных винта на боковых стяжках прибора и снять верхнюю и нижнюю крышки прибора, с учетом указаний в разделе 4 настоящего описания.

12. 2. Визуальный осмотр

При визуальном осмотре внешнего состояния прибора рекомендуется проверять крепление ручек управления, плавность их действия и четкость фиксации, состояние лакокрасочных и гальванических покрытий, крепление деталей и узлов на шасси прибора, состояние контровки гаек, надежность паек и контактных соединений, отсутствие сколов и трещин на деталях из фарфора и пластмассы.

Рекомендуется проверить комплектность прибора и исправность запасного имущества.

Необходимо выявлять перегретые элементы и определять фактическую причину перегрева до замены такого элемента, так как в противном случае повреждение может повториться.

12. 3. Внутренняя и внешняя чистка

Скопление пыли в приборе может вызвать перегрев и повреждение элементов, так как пыль служит изолирующей прокладкой и уменьшает эффективность рассеивания тепла. Пыль снаружи прибора устраняется мягкой тряпкой или щеткой.

Внутри прибора пыль лучше устранять продувкой сухим воздухом.

Необходимо особое внимание уделять высоковольтным узлам и деталям, так как чрезмерное скопление пыли или грязи в этих местах может вызвать пробой.

12. 4. Смазка прибора

Надежность переключателей, потенциометров и других вращающихся элементов можно увеличить за счет соответствующей смазки.

Для смазки осевых втулок переключателей можно использовать технический вазелин.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. Кратковременное хранение

Прибор допускает кратковременное (гарантийное) хранение в капитальном неотапливаемом и отапливаемом хранилищах в условиях:

для неотапливаемого хранилища:

— температура воздуха от минус 50°С до +60°С;

— относительная влажность воздуха до 95% при температуре +30°С и ниже без конденсации влаги;

для отапливаемого хранилища:

— температура воздуха от +5°С до +40°С;

— относительная влажностть воздуха до 80% при температуре +25°С и ниже без конденсации влаги.

Срок кратковременного хранения до 6 месяцев для приборов с приемкой ОТК и до 12 месяцев для приборов с приемкой заказчика.

13.2. Длительное хранение

Длительное хранение прибора осуществляется в капитальном отапливаемом хранилище в условиях:

— температура воздуха от +5°С до +40°С;

— относительная влажность воздуха до 80% при температуре +25°С и ниже без конденсации влаги.

Срок хранения прибора 5 лет.

В течение срока хранения прибор необходимо включать в сеть не реже одного раза в год на 2 ч в связи с применением электролитического конденсатора К50-3, К50-20.

На период длительного хранения и транспортирования производится обязательная консервация прибора.

13.3. Консервация прибора

Процесс консервации прибора включает подготовку внешних поверхностей прибора и ЗИП, применение средств консервации и упаковывание в потребительскую тару.

Прибор должен поступать на консервацию технически исправным. Металлические поверхности не должны иметь коррозионных поражений. В случае появления продуктов коррозии их следует удалить механическим способом.

Перед консервацией прибор необходимо просушить; выдержав его не менее 24 ч в помещении с относительной влажностью не более 70% при температуре 20±5°С.

Перед началом работ по консервации следует убедиться в отсутствии сконденсированной влаги на поверхности изделия. При наличии влаги необходимо принять меры к полному ее удалению.

Процесс консервации прибора должен быть непрерывным, начиная от подготовки поверхности к консервации до окончания упаковывания. Разрывы между операциями более 2 ч не допускаются.

Консервация прибора должна производиться в специально оборудованном помещении при температуре воздуха 20±5°С и относительной влажности не более 70%. Хранение химикатов, кислот, щелочей в помещении для консервации не допускается.

Все материалы, применяемые при проведении консервации, должны соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий.

Консервация прибора производится в следующей последовательности:

— внешние поверхности прибора и ЗИП очищаются от пыли и загрязнений хлопчатобумажными салфетками, смоченными растворителем (хладоном-113 ГОСТ 23844-79 или другим допустимым по действию), и осушиваются обдувкой нагретым воздухом или протиркой сухими хлопчатобумажными салфетками;

— на металлические внешние поверхности прибора и ЗИП за исключением поверхностей, имеющих лакокрасочное и серебряное покрытия, наносится тонкий слой смазки ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74;

— изделия ЗИП, розетки, разъемы, вилки кабелей и шнура питания каждые в отдельности, а затем все вместе обертываются пергаментом А рулон 1 с ГОСТ 1341-74 или другой аналогичной бумагой и перевязываются хлопчатобумажными нитками;

— эксплуатационная документация помещается в пленочный чехол или пакет из водонепроницаемой бумаги АК-25 ГОСТ 8828-75;

— прибор и принадлежности прибора укладываются в укладочный ящик. Укладочный ящик пломбируется.

При поставке прибора в картонной коробке, прибор и принадлежности прибора укладываются в картонную коробку и транспортный ящик. Перед укладкой прибор обертывается водонепроницаемой бумагой АК-25 ГОСТ 8828-75. После укладки — коробка перевязывается шпагатом ШЛ 2,5 ГОСТ 17308-71. Транспортный ящик пломбируется.

Для приборов с приемкой заказчика в укладочном ящике, в отсеке с ЗИПом, размещаются мешочки с силикагелем КСМГ ГОСТ 3956-76 и влагопоглотитель с силикагелем — индикатором ГОСТ 8984-75. Укладочный ящик с прибором помещается в чехол из полиэтиленовой пленки Ма 0,2 I сорт ГОСТ 10354-73.

Примечание. Синий и фиолетовый цвета силикагеля индикатора указывают на допустимую величину относительной влажности воздуха внутри упаковки.

Переконсервация прибора производится через каждые 12 месяцев аналогично процессу консервации при обнаружении дефектов консервации в процессе хранения.

Примечание. При розовом цвете силикагеля — индикатора необходимо заменить силикагель — осушитель и силикагель — индикатор.

13.4. Расконсервация прибора

Расконсервация прибора включает удаление упаковочных средств и удаление смазки с законсервированных металлических поверхностей. Смазка удаляется протиркой ветошью (бязью), смоченной хладоном — 113 ГОСТ 23844-79 или другим допустимым по действию растворителем, с последующей обдувкой поверхностей теплым воздухом или протиркой насухо.

Все работы по консервации, переконсервации и расконсервации должны производиться при строгом соблюдении мер противопожарной безопасности и охраны труда, изложенных в специальных инструкциях и НТД.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Тара, упаковка и маркировка упаковки

Транспортирование прибора производится в потребительской таре и транспортном ящике (деревянном или картонном).

Транспортный ящик внутри выстилается водонепроницаемой бумагой БУ-Б темно-коричневая ГОСТ 515-77 или АК-25 ГОСТ 8828-75.

Для предохранения прибора от перемещения при транспортировании между стенками, дном и крышкой транспортного ящика и потребительской тарой размещаются подушки из гофрированного картона Т, Т-4 ГОСТ 7376-77.

Примечание. При упаковывании прибора в картонную коробку подушки из гофрированного картона размещаются и внутри картонной коробки.

К транспортному ящику по торцам прибивается лента ПН 0,4×20 ГОСТ 3560-73, концы ленты соединяются в замок или внахлестку.

На транспортном ящике наносится маркировка по ГОСТ 14192-77. На укладочном ящике наносится шифр и заводской номер прибора.

14.2. Условия транспортирования

Для транспортирования прибор должен быть законсервирован (п. 13.3) и упакован в транспортный ящик. Транспортный ящик пломбируется.

Транспортирование прибора осуществляется при условиях:

— температура окружающей среды от минус 50°С до +60°С;

— максимальная влажность воздуха 95% при температуре до +30°С.

Прибор допускает транспортирование всеми видами транспорта, за исключением авиационного в негерметизированных отсеках, при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков и пыли.

ПРИЛОЖЕНИЯ

КАРТЫ НАПРЯЖЕНИЙ

Карта напряжений на электродах транзисторов

Таблица 1

Поз. обозначение	Тип транзисторов	Напряжение в вольтах			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
Т1	2Т904А	+15÷+75	+ 5÷+12	+ 5÷+14	
Т2	2Т904А	+15÷+75	+ 5÷+12	+ 5÷+14	
Т7	2Т602Б	+14÷+100	0	+0,2÷+1,2	
Т8	2Т602Б	+14÷+100	0	+0,2÷+1,2	
Т9	2Т903А	+70÷+150	+ 40÷+120	+40÷+120	
Т10	П701А	+70÷+150	+ 40÷+120	+40÷+120	
Т11	2Т903А	+70÷+150	+ 70÷+150	+50÷+150	
Т12	П701А	+70÷+150	+ 50÷+150	+50÷+150	
Т13	П701А	+ 7÷+30	+ 3÷+18	+ 3÷+18	
Т14	2Т903Б	+ 7÷+30	+ 3÷+18	+ 3÷+18	
Т15	П701А	+ 2÷+12	+0,1÷+1,5	+0,2÷+2,0	
Т16	2Т903Б	+ 2÷+12	0	+0,1÷+1,5	
Т17 (У11)	2Т903А	+15÷+50	+0,3÷+2,5	+0,3÷+2,5	Размещен в ЯП3.219.006 Э3
Плата И22.089.128 Сп					
1-Т1	2Т316Д	+0,3÷+1,2	— 4÷—14	— 3÷—13	
1-Т2	2Т316Д	+1,2÷+6	0,2÷+0,2	+0,4÷+1,5	
1-Т3	2Т326Б	—0,2÷+0,2	+1,5÷+7	+1,5÷+7	
1-Т4	2Т326Б	— 3÷—12	— 1÷+1	—0,1÷—2	
1-Т5	1Т313В	— 2÷—8	—0,2÷+1	—0,2÷+0,2	
1-Т6	1Т313В	— 2÷—8	—0,2÷+1	0	
1-Т7	2Т306В	—2÷—10	—0,5÷—5	— 3÷—12	
1-Т8	2Т306В	—2÷—10	—0,5÷—5	— 3÷—12	
1-Т9	1Т308В	— 5÷—15	— 2÷—10	— 2÷—10	
1-Т10	1Т311Д	— 1÷—8	— 2÷—10	—1,5÷—10	
1-Т11	1Т311Д	— 1÷—8	— 2÷—10	—1,5÷—10	
1-Т12	2Т316Д	+0,3÷+1,5	— 4÷—14	— 3÷—13	
1-Т13	2Т316Д	+0,5÷ 6	—0,2÷+0,2	+0,3÷+1,5	
1-Т14	2Т326Б	—0,8÷+1	+1,5÷+8	+ 2÷+6,5	
1-Т15	1Т313В	— 2÷—10	—0,2÷+1	—0,6÷+0,6	
1-Т16	1Т313В	— 2÷—10	—0,2÷+1	0	

Поз. обозначение	Тип транзистора	Напряжение в вольтах			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
1-Т17	1Т311Д	— 5÷—14	— 5÷—14	— 6÷—15	
1-Т18	2Т306В	+ 0÷+0,6	0	+0,2÷+1,5	
1-Т19	2Т326Б	— 6÷—15	—0,2÷+0,2	—0,2÷—1,4	Переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «ПООЧЕР.»
		Плата И22.089.122 Сп			
2-Т1	1Т311Д	+ 1÷+8	—0,1÷—0,6	0	
2-Т2	1Т311Д	+ 1÷+8	—0,1÷—0,6	0	
2-Т3	1Т313В	—0,2÷+5	+ 1÷+9	+ 1÷+8	
2-Т4	1Т313В	—0,2÷+5	+ 1÷+9	+ 1÷+8	
2-Т5	1Т311Д	+ 1÷+15	+0,1÷+5	—0,2÷+5	
2-Т6	1Т311Д	+ 1÷+15	+0,1÷+5	—0,2÷+5	
2-Т7	1Т311Д	+ 1÷+15	+0,1÷+5	—0,2÷+5	
2-Т8	1Т311Д	+ 1÷+15	+0,1÷+5	—0,2÷+5	
2-Т9	2Т326Б	0	+ 1÷+8	+ 1÷+8	
2-Т10	2Т326Б	0	+ 1÷+8	+ 1÷+8	
		Плата И22.089.129 Сп			
3-Т1	2Т316Б	+1,5÷+6	—0,3÷—1,5	0	
3-Т2	2Т326Б	—0,5÷—5	+1,5÷+8	+1,5÷+7	
3-Т3	2Т326Б	— 1÷—6	—0,3÷—2,5	—0,5÷—5	
3-Т4	2Т316Б	—0,5÷+0,5	—1,5÷—8	— 1÷—6	
3-Т5	2Т316Д	+ 1÷+9	+0,3÷+6	+0,5÷+5	
3-Т6	2Т316Д	+ 1÷+9	+0,3÷+6	—0,5÷+7	
3-Т7	1Т313В	0÷+0,3	+ 2÷+10	+ 2÷+10	
3-Т8	1Т313В	0	+ 2÷+10	+ 2÷+10	
3-Т9	2Т312Б	+ 6÷+15	—0,4÷—2	—0,1÷—1	
3-Т10	2Т326Б	—0,5÷—4	+ 6÷+15	+ 7÷+15	
3-Т11	2Т312Б	+ 6÷+15	—0,4÷—2	0÷—0,6	
3-Т12	2Т326Б	—0,1÷—1	0	—0,3÷—1,2	
3-Т13	2Т326Б	— 1÷—6	+ 1÷+6	+0,5÷+5	
3-Т14	2Т326Б	—0,5÷—3	+ 1÷+6	+ 1÷+5	

Поз. обозначение	Тип транзистора	Напряжение в вольтах			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
3-Т15	2Т312Б	+0,3÷+2	—0,5÷—5	—0,5÷—5	
3-Т16	2Т312Б	+3÷+12	—0,5÷—5	—0,5÷—5	
3-Т17	МП26А	0÷+1	+ 5÷+15	+ 5÷+15	
3-Т19	2Т326Б	—0,05÷—0,4	+ 4÷+13	+ 5÷+15	
3-Т20	2Т326Б	0	+ 3÷+14	+ 3÷+15	
3-Т23	2Т312Б	+ 3÷+15	0	+0,1÷+1,2	
3-Т24	2Т201А	+ 6÷+15	0	—0,1÷—1	
		Плата И22.089.124 Сп			
4-Т1	2Т602Б	+70÷+110	+ 5÷+100	+ 5÷+100	
4-Т2	2Т306В	+ 2÷+10	+0,5÷+7	+0,5÷+8	
4-Т3	2Т306В	+0,5÷+7	—0,1÷—1,5	0	
4-Т4	2Т602Б	+ 5÷+100	+0,5÷+3,5	+ 1÷+6	
		Плата И22.089.127 Сп			
5-Т1	2Т316Д	+ 1÷+7	+ 1÷+7	+ 1÷+9	
5-Т2	2Т316Д	+1,5÷+10	+ 1÷+7	+0,1÷+3,5	
5-Т3	1Т313В	—0,2÷+0,5	+1,5÷+10	+1,5÷+9	
5-Т4	2Т312Б	+ 5÷+20	+ 2÷+14	+ 2÷+12	
5-Т5	2Т312А	+ 5÷+15	—0,2÷—1,5	0	
5-Т6	2Т312Б	+ 5÷+24	+ 5÷+18	+ 4÷+18	
5-Т7	2Т316Б	+ 1÷+9	—0,2÷—3	—0,1÷—0,8	
5-Т8	2Т326Б	— 1÷—8	+0,5÷+6	+0,5÷+6	
5-Т9	2Т326Б	—0,1÷—2	0	—0,2÷—2	
5-Т10	2Т312Б	—0,2÷+3	—0,5÷—6	—0,5÷—6	
5-Т11	2Т312Б	+ 3÷+15	—0,5÷—6	—0,5÷—6	
5-Т12	2Т326Б	—0,4÷—4	+0,5÷+6	+0,5÷+6	
5-Т13	2Т326Б	0÷—0,8	+ 4÷+15	+ 4÷+18	
5-Т14	2Т326Б	0	+ 3÷+14	+ 2÷+13	
5-Т15	2Т312Б	+ 2÷+13	0	+0,2÷+1,5	

Поз. обозначение	Тип транзистора	Напряжение в вольтах			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
5-Т16	2Т325Б	+ 3÷+16	0	+0,2÷+1,5	
5-Т17	2Т306В	+ 3÷+16	0	+0,2÷+1,5	
5-Т18	2Т326Б	0÷—1	+ 3÷+15	+ 3÷+16	
5-Т19	2Т326Б	0÷—1	+ 3÷+15	+ 3÷+16	
5-Т20	1Т313В	— 2÷—12	+0,2÷+1,2	+0,1÷+0,9	
5-Т21	1Т313В	— 2÷—12	+0,2÷+1,2	+0,1÷+0,9	
		Плата И22.089.126 Сп			
10-Т1	П308	+45÷+120	+ 60÷+100	+40÷+120	
10-Т2	П308	+70÷+150	+ 40÷+120	+45÷+120	
10-Т3	П308	+45÷+120	0	+0,2÷+1,0	
10-Т4	2Т201А	+ 4÷+24	0÷—1	0÷—0,2	
10-Т5	2Т201А	+ 7÷+30	+ 3÷+18	+ 4÷+24	
10-Т6	2Т201А	+ 4÷+24	0	+0,2÷+1,7	
10-Т7	2Т201А	+0,5÷+6	— 3÷—20	— 6÷—14	
10-Т8	2Т201А	+ 2÷+12	+0,2÷+2	+0,5÷+6	
10-Т9	2Т201А	+0,5÷+6	— 3÷—14	— 2÷—13	
10-Т10	2Т201А	0	— 3÷—14	— 2÷—13	
		Плата И22.089.151 Сп			
Т1(У1)	П308	+0,3÷+3	— 3÷—18	— 3÷—16	Т1÷Т4 размещены в ЯП3.219.006 Э3
Т2(У1)	П308	+0,3÷+3	— 3÷—17	— 3÷—18	
Т3(У1)	П308	+0,5÷+5	+0,2÷+1,5	+0,3÷+3	
Т4(У1)	2Т602Б	+ 7÷+13	+0,4÷+4	+0,5÷+5	

Карта напряжений на электродах электровакуумных приборов

Таблица 2

Поз. обозначение	Тип лампы	Напряжение в вольтах				Примечание
		анод	сетка	катод	накал	
Плата И22.089.128 Сп						
1-Л2	6С51Н-В	+60÷+90	0÷+0,1	+0,5÷+5	+5,7÷+6,9	
1-Л4	6С51Н-В	+60÷+90	0÷+0,1	+0,5÷+4	+5,7÷+6,9	
Плата И22.089.129 Сп						
3-Л2	6С51Н-В	+60÷+90	0÷+0,1	+0,6÷+5	+5,7÷+6,9	
3-Л4	6С51Н-В	+60÷+90	—0,2÷—4	+0,2÷+2	+5,7÷+6,9	
Плата И22.089.127 Сп						
5-Л2	6С51Н-В	+60÷+90	0÷—0,1	+0,7÷+5	—5,7÷—6,9	
5-Л3	6С51Н-В	+60÷+90	—0,1÷—1,2	+0,2÷+2	—5,7÷—6,9	

Карта напряжений на электродах электронно-лучевой трубки 11Л01И (Л7)

Таблица 3

Номера выводов	1	2	3	4	5	6	7
Напряжение, В	5,7÷6,9	—1500÷—2300	—1500÷—2400	—1200÷—1850	+10÷+40	—1500÷—2400	+20÷+65

Номера выводов	8	9	10	11	12	13	14	А
Напряжение, В	0	+20÷+65	0	—1500÷—2400	0	—1500÷—2400	5,7÷6,9	+5000÷+10200

Карта напряжений на электродах микросхемы 140УД2(3-А1)

Таблица 4

Номера выводов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Напряжение, В	—9,8	—8,6			+0,2		+9,9	+6,9	—0,1	—0,05	+7,1	—9,3

Карта напряжений на контрольных точках

Таблица 5

Позиционное обозначение	Напряжение в вольтах	Примечание
	Плата И22.089.128 Сп	
1-КТ1	—0,2÷+0,2	
1-КТ2	—0,2÷+0,2	
1-КТ3	— 3÷—8	
1-КТ4	— 3÷—8	
1-КТ5	— 3÷—7	
1-КТ6	— 4÷—8	
1-КТ7	—0,2÷+0,2	
1-КТ8	—0,8÷+1	
	Плата И22.089.129 Сп	
3-КТ1	+0,5÷+5	
3-КТ2	+4 ÷+7	
3-КТ3	—0,5÷+7	
3-КТ4	+ 6÷+15	
3-КТ5	—0,1÷—1,5	
3-КТ6	—0,5÷—4	
3-КТ7	0 ÷—4	
3-КТ8	—1÷—8	
	Плата И22.089.124 Сп	
4-КТ1	+10÷+85	
4-КТ2	0,5÷—2	
	Плата И22.089.127 Сп	
5-КТ1	+ 1÷+9	
5-КТ2	+0,1÷+3,5	
5-КТ3	+1,5÷+9	
5-КТ4	+ 5÷+20	
5-КТ5	+0,2÷—1,5	
5-КТ6	— 1÷—8	
5-КТ7	—0,1÷—6	
5-КТ8	—0,8÷+9	

Примечания: 1. Питающие напряжения +80 В, +10 В, минус 10 В должны быть установлены с погрешностью не более ±1%.

2. Напряжения измерены относительно шасси прибором В7-26.

3. Ручка «МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ» — в положении «0,40».

4. Переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положении «А» (при измерении режимов элементов платы развертки Б — в положении «Б»).

5. Переключатели «РЕЖИМ А» и «РЕЖИМ Б» — в положении «АВТ.».

6. Синхронизация — в положении «ВНУТР.», «+», «~».

7. Ручки « », «», «УРОВЕНЬ», «СТАБИЛЬНОСТЬ ВЧ», «ЯРКОСТЬ», «ФОКУС» — в среднем положении.

8. Множитель развертки — в положении «1».

9. Переключатель «А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — в положении «0,1 ms».

10. Переключатели «УСИЛЕНИЕ», «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ А» — в калиброванном положении.

11. Переключатель «ДЛИНА А» — в крайнем правом положении.

12. Переключатель «ПОЛЯРНОСТЬ» — в положении «+».

13. Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — в положении «0,02».

14. Переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» — в положении «I» или «II».

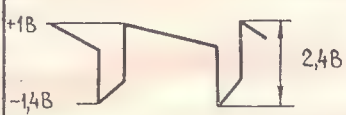
15. Накал ЭЛТ «6,3 В» измерен между выводами 1 и 14.

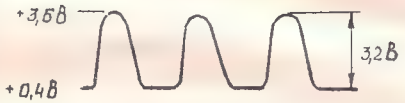
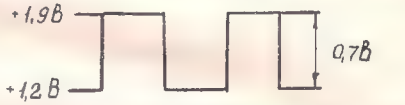
16. Высокие напряжения на электродах ЭЛТ измерены киловольтметрами типа С502/9, С196.

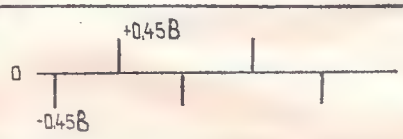
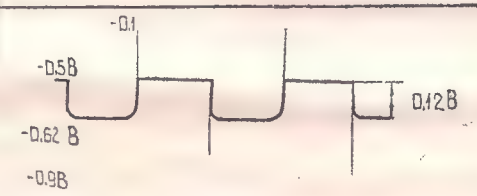
КАРТЫ ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Карта импульсных напряжений на электродах транзисторов

Таблица 1

Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
1-Т17	1Т311А	Эи	
		К	
1-Т7	2Т306В	Эи	
		К	
1-Т8	2Т306В	Эи	
		К	

Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
1-Т18	2Т306В	б	
		к	
3-Т5	2Т316Д	б	
		к	
		э	
3-Т6	2Т316Д	э	
		к	

Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
3-Т7	1Т313В	б	
		к	
		э	
3-Т8	1Т313В	б	
		к	
		э	
3-Т9	2Т312Б	б	

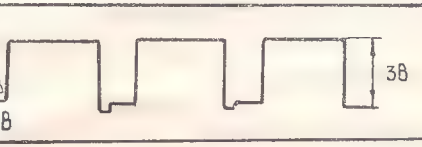
Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
3-Т9	2Т312Б	э	
		к	
3-Т10	2Т326Б	к	
		э	
		б	
3-Т11	2Т312Б	к	
		б	

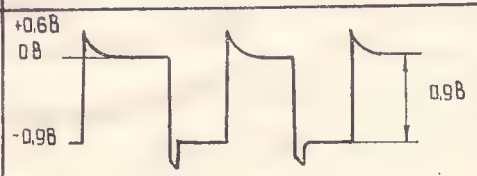
Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
3-Т11	2Т312Б	Э	
3-Т12	2Т326Б	К	
		Б	
3-Т13	2Т326Б	К	
		Э	
3-Т14	2Т326Б	Э	
		Б	

Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
3-Т14	2Т326Б	К	
3-Т15	2Т312Б	К	
		Б	
		Э	
3-Т16	2Т312Б	К	
		Э	

Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
3-Т19	2Т326Б	К	
		Э	
3-Т20	2Т326Б	Б	
		Э	
3-Т23	2Т312Б	К	
		Б	
5-Т4	2Т312Б	Б	

Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
5-Т4	2Т312Б	К	+14В, +13,6В, 0,5В
		Э	+9В, +1В, 8В
5-Т5	2Т312Б	К	+5,6В, +5В, 0,6В
5-Т6	2Т312Б	К	+14,4В, +14В, 0,4В
		Э	+9,8В, +9В, 0,8В
5-Т8	2Т326Б	Э	+3В, +2,25В, 0,75В
		б	+2,2В, +1,9В, 0,3В

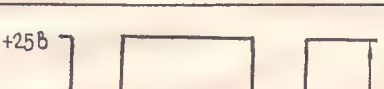
Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
5-Т8	2Т326Б	К	
5-Т9	2Т326Б	К	
		Б	
5-Т10	2Т312Б	К	
		Б	
		Э	
5-Т11	2Т312Б	К	

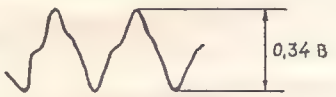
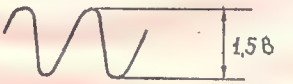
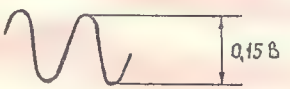
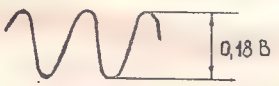
Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
5-Т11	2Т312Б	б	
		э	
5-Т12	2Т326Б	б	
		к	
		э	
5-Т13	2Т326Б	э	
		к	

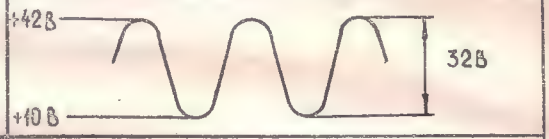
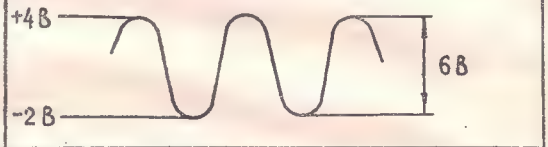
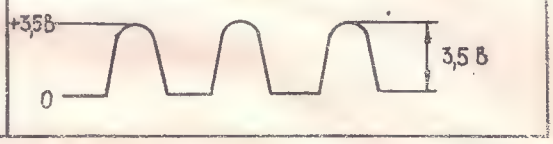
Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
5-Т14	2Т326Б	Б	
		Э	
5-Т15	2Т312Б	К	
		Б	
5-Т16	2Т325Б	К	
		Б	
5-Т18	2Т326Б	Б	

Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
5-Т18	2Т326Б	К	
		Э	
5-Т19	2Т326Б	К	
		Э	
5-Т20	1Т313В	Б1	
		К	
		Э	

Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
Б-Т21	1Т313В	Б	
		К	
		Э	
Т7	2Т602Б	Б	
		К	
Т8	2Т602Б	Б	
		К	

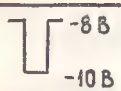
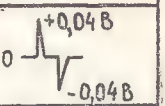
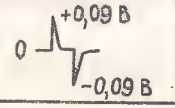
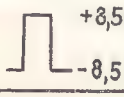
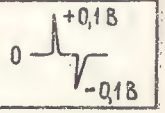
Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
4-Т3	2Т306В	К	
		Э	
4-Т2	2Т306В	К	
		Б	
		Э	
4-Т4	2Т602Б	Б	
		К	
		Э	

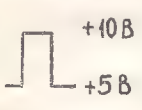
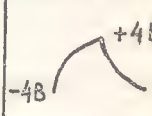
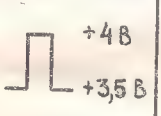
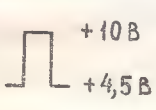
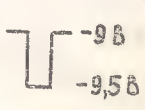
Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
Т1 (У1)	П308	Б	
		К	
		Э	
Т3 (У1)	П308	К	
		Э	
Т4 (У1)	2Т602Б	К	
		Э	

Поз. обозначение	Тип транзистора	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
Т1 (У11)	2Т903А	К	
		Б	
		Э	

Карта импульсных напряжений на электродах микросхем

Таблица 2

Поз. обозначение	Тип микросхемы	Форма и амплитуда импульсных напряжений		
		электрод		
		1	2	3
3-А1	140УД2			
		4	5	6
				

Поз. обозначение	Тип микросхемы	Форма и амплитуда импульсных напряжений		
		электрод		
3-А1	140УД2	7	8	9
				
		10	11	12
				

Примечания:

1. Формы и амплитуды импульсных напряжений измерены относительно шасси контрольным осциллографом при включенном приборе. Осциллограммы сняты осциллографом универсальным С1-64.
2. На вход канала I (или II) подается сигнал с выхода калибратора.
3. Тумблер «IV, 0,1V» в положении «0,1V».
4. При снятии графиков на электродах триодов 4-Т1, 4-Т2, 4-Т3, 4-Т4 ручка «ЯРКОСТЬ» — в крайнем левом положении, при снятии графиков на остальных триодах ручка «ЯРКОСТЬ» — в среднем положении.
5. Положение ручек управления указана в примечаниях к приложению 1.
6. Форма и амплитуда импульсных напряжений не должны отличаться от указанных значений более, чем на ±20%.

Карта импульсных напряжений на контрольных точках

Таблица 3

Позиционное обозначение	Форма и амплитуда импульсных напряжений
1-КТ1	
1-КТ2	
1-КТ7	
1-КТ8	
3-КТ1	
3-КТ2	

Позиционное обозначение	Форма и амплитуда импульсных напряжений
3-КТ3	
3-КТ4	
3-КТ5	
3-КТ6	
3-КТ7	
3-КТ8	

Позиционное обозначение	Форма и амплитуда импульсных напряжений
4-КТ1	
4-КТ2	
5-КТ1	
5-КТ2	
5-КТ3	
5-КТ4	

Позиционное обозначение	Форма и амплитуда импульсных напряжений
5-КТ5	
5-КТ6	
5-КТ7	
5-КТ8	

Примечания:

1. Формы и амплитуды импульсных напряжений измерены относительно шасси контрольным осциллографом универсальным С1-64 при включенном приборе.
2. На вход канала I (или II) подается сигнал с выхода калибратора.
3. Тумблер «1 V; 0,1 V» — в положении «0,1 V».
4. При снятии графиков на контрольных точках платы И22.089.127 Сп развертки Б переключатель «ВИД РАЗВЕРТКИ» — в положении Б, переключатель «РЕЖИМ Б» — в положении «ЖДУЩ.».
5. При снятии графиков на контрольных точках платы И22.089.124 Сп усилителя «Z» ручка «ЯРКОСТЬ» в крайнем правом положении.
6. Положение ручек управления указано в примечаниях к приложению 1.
7. Форма и амплитуда импульсных напряжений не должны отличаться от указанных значений более, чем на ±20%.

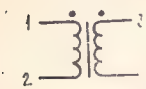
ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ИНДУКТИВНОСТЕЙ

Данные трансформатора И24.730.122Сп (3-Тр1)

Электрическая схема	Номера выводов	Колич. витков	Тип намотки	Провод	L, мкГн
	1—2	10	Кольцевая в два провода	ПЭТВ-0,23	46±20%
	3—4	10			

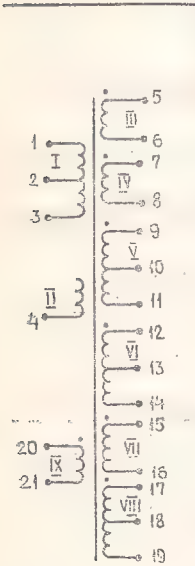
Сердечник М2000 НМ1-15 К7×4×2-1 класс

Данные трансформатора И24.730. 142 Сп (1-Тр4)

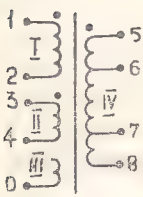
Электрическая схема	Номера выводов	Колич. витков	Тип намотки	Провод	L, мкГн
	1—2	5	Кольцевая в два провода	ПЭТВ-0,31	67,8±10%
	3—4	10			

Сердечник М2000 НМ1-15 К10×6×3-1 класс

Трансформатор И24.702.085 (Тр1)
Магнитопровод ШЛ 25×40 Э320-0,35

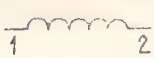
Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Uнагр. В	Iнагр., А	Количество витков	Марка и диаметр провода	Примечание
	I	1—2	115	1,4	372	ПЭТВ 0,74	fр=400 Гц
		1—3	220	0,76	346	ПЭТВ 0,59	fр=50,400 Гц
	II	4			138	ПЭТВ 0,31	Экран
	III	5—6	67	0,2	203		
	IV	7—8	83	0,55	289	ПЭТВ 0,51	
	V	9—10	14	1,0	49	ПЭТВ 0,69	
		10—11	14		49		
	VI	12—13	14	1,0	49		
		13—14	14		49		
	VII	15—16	9	0,2	32	ПЭТВ 0,31	
	VIII	17—18	22,5	0,65	80	ПЭТВ 0,55	
		18—19	22,5		80		
	IX	20—21	6,3	0,33	22	ПЭТВ 0,41	

Трансформатор И24.730.284

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, В: Ux/x	Напряжение, В: Uнагр.	Ток, А: Ix/x	Ток, А: Iнагр.	Число витков	Марка и диаметр провода	Примечание
	I	1—2	9,6	9,6	0,35	0,6	4	ПЭТВ 0,41	fр=28± ±10 кГц
	II	3—4	2,4	2,4	—	—	1		
	III	0	—	—			1	Фольга М2 0,05	Экран
	IV	5—6	163	160			67		
		5—7	1130	1110		⩽0,002	423	ПЭТВЛК 0,1	
		5—8	1320	1300			80		

ТЭ7.773.248. Сердечник М1000НН-5.
УВ7.076.115. Сердечник М1000НН-5.

Данные индуктивности И24.775.035 Сп (L6, L7)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн: ном.	Индуктивность, мкГн: доп.	Провод	Количество витков	Тип намотки
	0,3	±10%	ПЭТВ-0,2	17	Открытая однослойная виток к витку

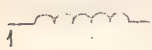
Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-200 Ом±10%

Данные индуктивности И24.775.036 Сп (3-L4, 5-L3)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,2	±10%	ПЭТВ-0,2	13	Открытая однослойная виток к витку

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-270 Ом±10%

Данные индуктивности И24.775.037-1 Сп (2-L3)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,07		ПЭТВ-0,15	6	Открытая однослойная виток к витку

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-100 кОм±10%

Данные индуктивности И24.775.037-2 Сп (2-L1, 2-L4)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,15		ПЭТВ-0,15	12	Открытая однослойная виток к витку

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-100 кОм±10%

Данные индуктивности И24.775.037-3 Сп (3-L1)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,3		ПЭТВ-939 0,16	17	Открытая однослойная виток к витку

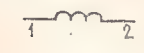
Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-100 кОм±10%

Данные индуктивности И24.775.039 Сп (L15, L16)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,06		ПЭТВ-939 0,2	5	Открытая однослойная виток к витку

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-56 Ом±10%

Данные индуктивности И24.775.039-1 Сп (L5)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,012		ПЭТВ-939 0,2	1	Открытая однослойная виток к витку

Индуктивность мотать на резисторе ОМЛТ-0,25-В-56 Ом±10%

Индуктивность И24.775.042-1 Сп (L1÷L4, L17÷L20)

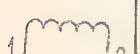
Индуктивность мкГн		Провод	Количество витков	f, МГц	Q	Каркас	Электрическая схема
ном.	доп.						
0,13	—	ПЭТВ 0,15	10	50		Резистор ОМЛТ-0,25-В--56 Ом±10% ГОСТ ВД 7113-71	

Данные индуктивности И24.777.207 Сп (3-L5)

Электрическая схема	Индуктивность, мГн		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	85	±10%	ПЭТВ-0,31	14	Кольцевая виток к витку

Сердечник М2000 НМ1-15 К7×4×2-1

Данные индуктивности И24.777.077 Сп (L9, L10)

Электрическая схема	Индуктивность, мкГн		Провод	Количество витков в секции		Общее количество витков	Выводы	Тип намотки
	ном.	доп.		I	II			
	600	±5%	ПЭЛШО-0,09 ГОСТ 16507-70	200	200	400	собственным проводом	универсальная

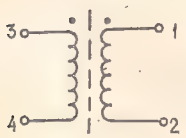
Отклоняющая система И24.791.001 (L13)

Номера выводов	Количество витков	Провод	R, кОм	Электрическая схема
1—2	4600	ПЭТВ-939 0,125	1,32±2,5%	

Отклоняющая система И24.791.002 (L14)

Номера выводов	Количество витков	Провод	R, кОм	Электрическая схема
1—2	4000	ПЭТВ-939 0,125	1,45±2,5%	

Индуктивность И24.777.120 (3-L10)

Электрическая схема	Номера выводов	Индуктивность			Рабочее напряжение, В	Рабочая частота, кГц	Коэффициент трансформации	Марка и диаметр провода	Количество витков
		Lном., мГн.	с подстроечником						
			выведенным не более	выведенным не менее					
	1—2	62,5	58,5	66,5	10	2	—	Провод ПЭТВ 0,10	1240
	3—4	—	—	—	1		0,1		124

РИСУНКИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ И ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

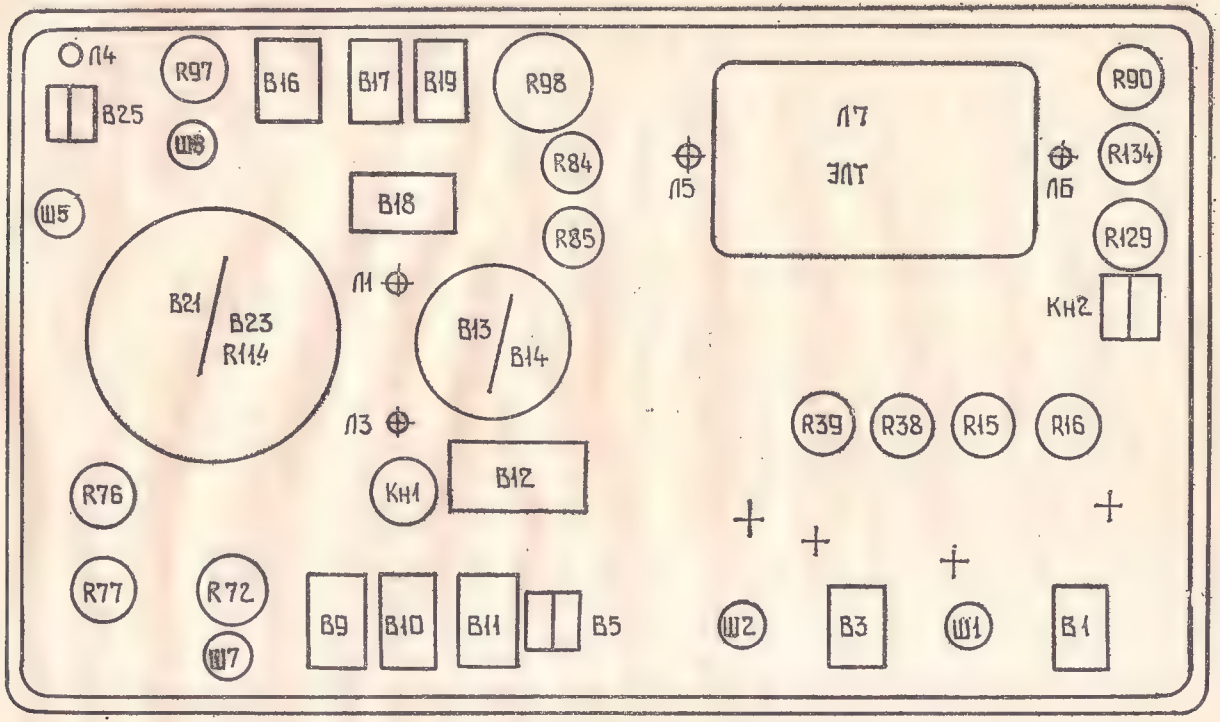


Рис. 1. Передняя панель прибора (вид сзади). Расположение установочных элементов.

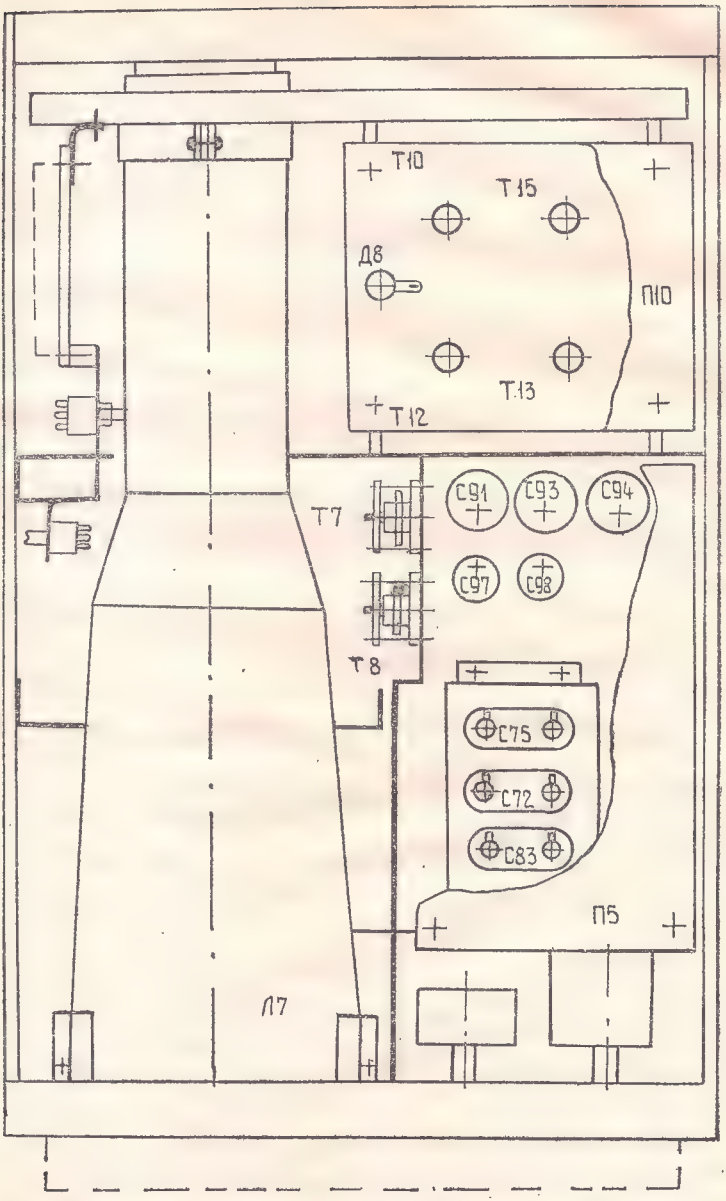


Рис. 2. Схема расположения установочных элементов и печатных плат (вид сверху).

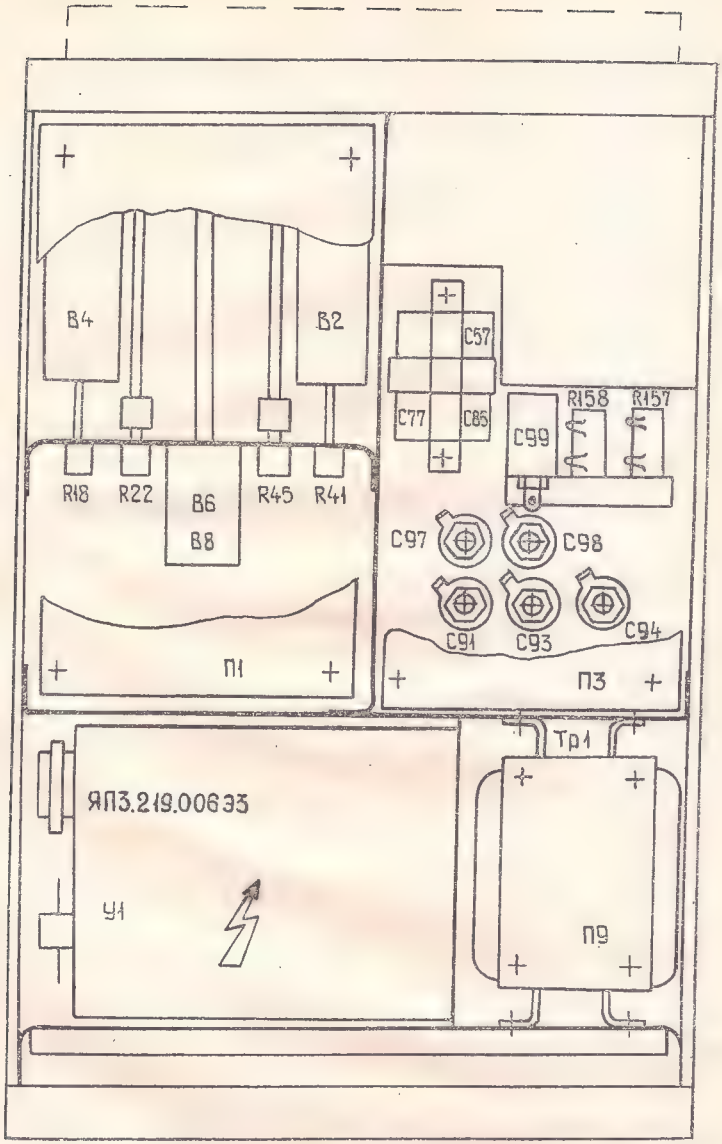


Рис. 3. Схема расположения установочных элементов и печатных плат (вид снизу).

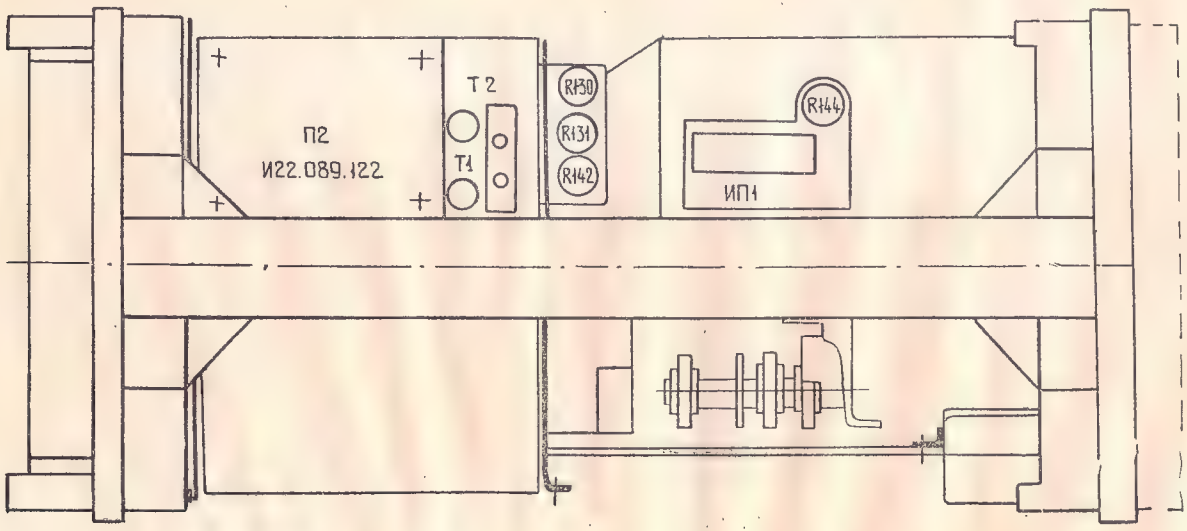


Рис. 4. Схема расположения установочных элементов и печатных плат (вид сбоку).

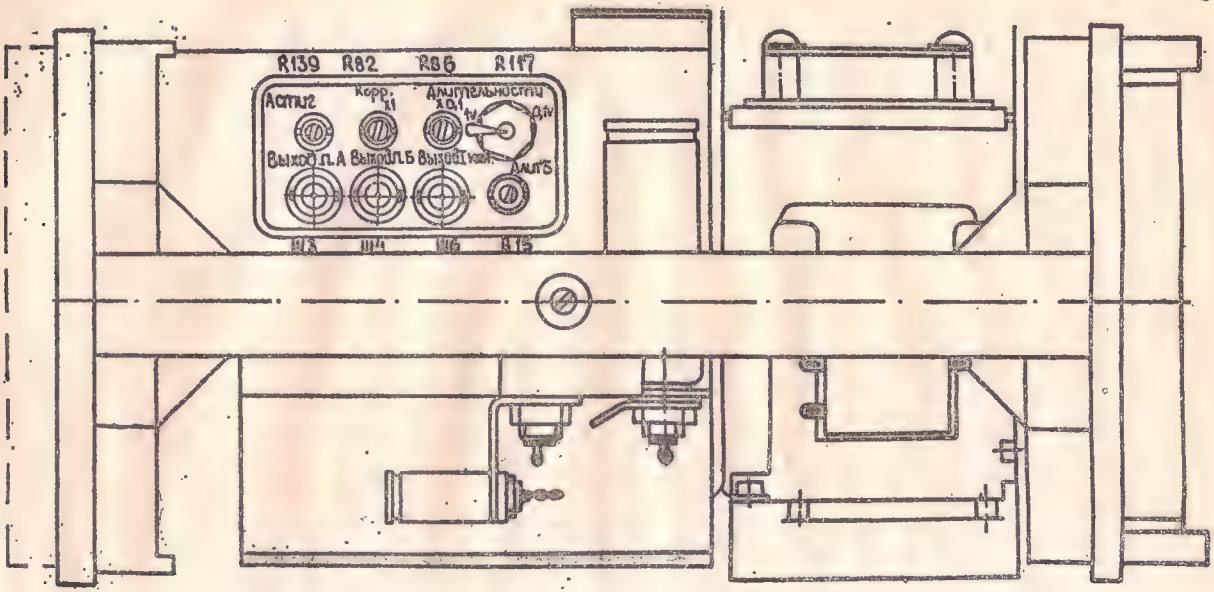


Рис. 5. Схема расположения установочных элементов (вид сбоку).

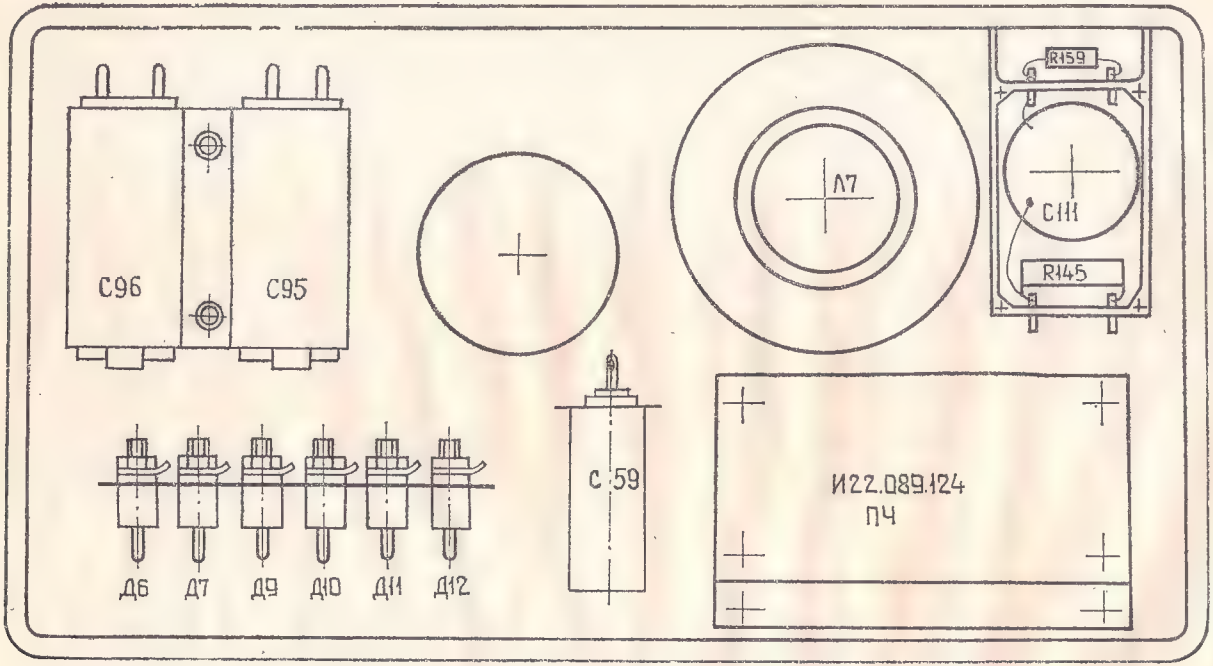


Рис. 6. Задняя стенка прибора. Расположение установочных элементов и печатных плат.

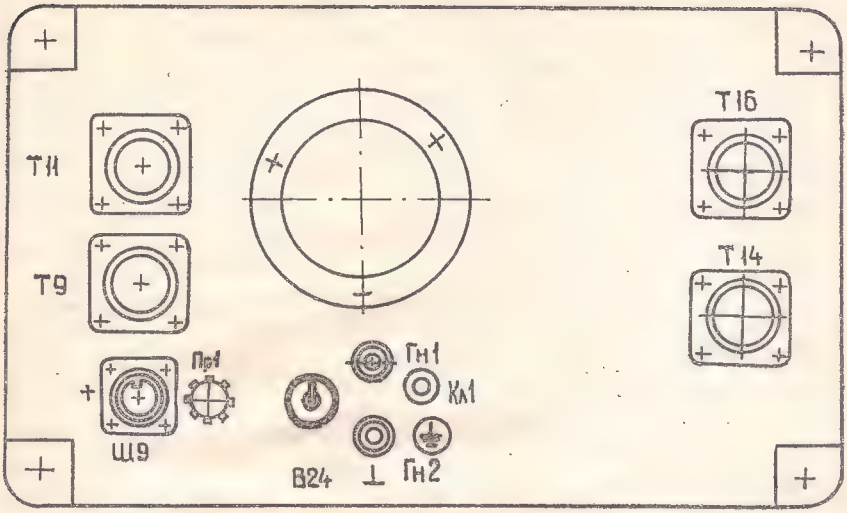


Рис. 7. Задняя стенка. Расположение установочных элементов.

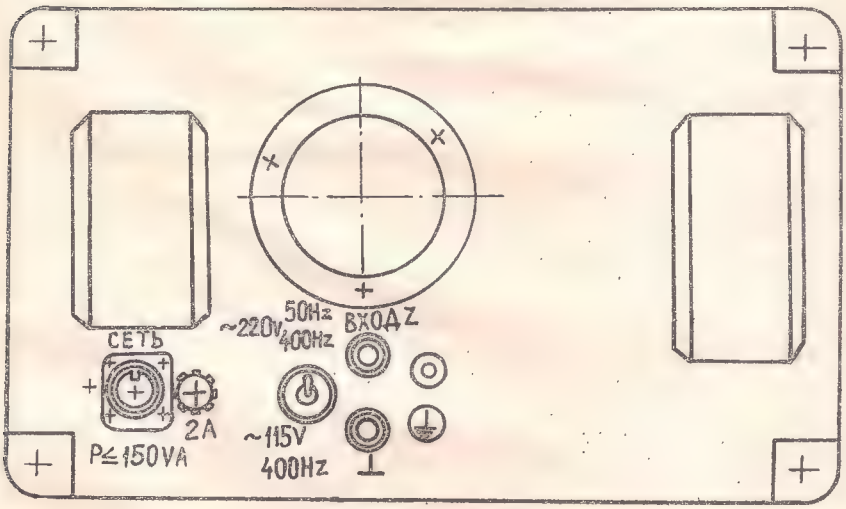


Рис. 8. Задняя стенка.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛТ 11Л01И

1. Рабочая часть экрана должна обеспечивать качественное воспроизведение информации.

2. На рабочей части экрана допускаются непрозрачные точки и просветы диаметром 0,5 мм в количестве 2 шт. с расстоянием между ними не менее 15 мм. Дефекты диаметром 0,3 мм, несосредоточенные в одном месте, не учитываются.

3. Отклонение от плоскостности экрана в пределах рабочей части должны быть не более 0,2 мм.

4. На линиях шкалы допускается не более 5 разрывов длиной до 0,7 мм, но не более 2 разрывов в одной клетке шкалы. Разрывы до 0,3 мм включительно, не учитываются.

5. Геометрические искажения должны быть не более 1,5%.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Rвх — входное сопротивление;
Свх — входная емкость;
Режим работы: «ПРЕР.» — прерывистый;
Режим работы: «ПООЧЕР.» — поочередный;
«СИНХР. А» — синхронизация развертки А;
«ОДНОКР.» — однократный запуск развертки А;
«СТАБ. ВЧ» — стабильность высокочастотного сигнала;
«Б ПОДСВ. А» — развертка Б подсвечивает развертку А;
«АВТ.» — автоматический режим работы развертки;
«ЖДУЩ.» — ждущий режим работы развертки;
«ДЛИТ. Б» — длительность развертки Б;
«КОРР. ДЛИТ.» — корректировка длительности;
«АСТИГ.» — астигматизм;
ЭЛТ — электронно-лучевая трубка;
«ВЫХОД ⎍⎍ КАЛИБР.» — выход прямоугольного импульса калибратора;
«ВЫХОД I КАН.» — выход первого канала;
ЗИП — запасное имущество и принадлежности;
(У) — схемное обозначение узла;
Сврем. — конденсатор времязадающий;
Rврем. — резистор времязадающий;
СР — соединитель радиочастотный;
«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — вольт/деление;
П-образная ручка — ручка прямоугольной формы;
Т — схемное обозначение транзисторов;
П-образный импульс—импульс прямоугольной формы;
«А и Б ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — А и Б время/деление;
«УМНОЖ.» — умножение скорости развертки;
«КОРР.» — корректировка усиления усилителя вертикального отклонения;
НЧ сигналы — низкочастотные сигналы;

КТ — контрольная точка;
дБ — децибел;
В/дел — вольт/деление;
дел. — деление;
усилитель «Z» — усилитель осуществляющий управление яркостью и подсветом луча электронно-лучевой трубки;
режим X=Y — режим, когда выход усилителя I канала («ВЫХОД I КАН.») подключен ко входу усилителя горизонтального отклонения («ВХОД X»);
ВА — вольтампер;
канал «X» — канал усилителя горизонтального отклонения:
«×0,1» — умножение 0,1;
усиление ×1 — усиление, умноженное 1;
усиление ×10 — усиление, умноженное 10;
т. д. — так далее;
«ШКАЛА» — освещение шкалы;
fc — обозначение частоты сигнала;
T — обозначение длительности периода сигнала;
см. п. — смотри пункт;
усилитель «Y» — усилитель вертикального отклонения;
мм. рт. ст. — милиметр ртутного столба;
см. — смотри;
т. п. — тому подобное;
hu — величина изображения импульса;
τu — время нарастания изображения импульса;
ном. — номинальный;
доп. — дополнительный;
Uнагр. — напряжение нагрузки;
Iнагр. — ток нагрузки;
колич. — количество;
в. ч. — высокочастотный;
ЛАТР — лабораторный автотрансформатор.

Примечание. Допускается в приборе условное обозначение:
1. Транзисторов «ПП» вместо «Т»;
2. Гнезд, разъемов «Г» вместо «Гн», «Ш»;
3. Клемм «К» вместо «Кл»;
4. Дросселей «L» вместо «Др».

Зак. 5476.

C1-64

1984

115

С1-64

ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Альбом № 1
(в 2-х частях)

Часть 2

1984

В Н И М А Н И Е!

В данном приборе С1-64 возможны следующие изменения схемы электрической принципиальной И22.044.040 Э3 и перечня элементов И22.044.040 ПЭ3.

И22.044.040 ПЭ3.

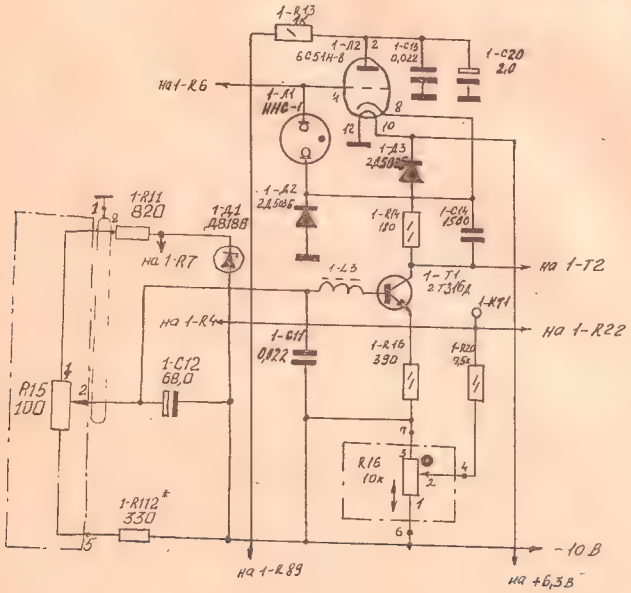
Перечень элементов.

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А3	1-R7	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±5 %	1	
А3	1-R11	ВС-0,125а-100 Ом±5 %	1	
А3	1-R12	ВС-0,125а-33 Ом±5 %	1	
А3	1-R13*	ВС-0,125а-56 Ом±10 %	1	10—100 Ом
А3	1-R16	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±5 %	1	
Б3	1-R78*	ВС-0,125а-56 Ом±10 %	1	10—100 Ом
Б3	1-R87	ВС-0,125а-33 Ом±5 %	1	
Б3	1-R88	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±5 %	1	
Б3	1-R89	ВС-0,125а-100 Ом±5 %	1	
Б3	1-R92	ОМЛТ-0,25-В-1,3 кОм±5 %	1	
Б3	1-R126	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±5 %	1	
Б3	1-R127	ОМЛТ-0,25-В-1,3 кОм±5 %	1	
А3	1-С7	КТ-1-М47-6,8 пФ±10 %	1	
А3	1-С11	КМ-5а-М1500-1000 пФ±10 %	1	
Б3	1-С42	КТ-1-М47-6,8 пФ±10 %	1	
Б3	1-С47	КМ-5а-М1500-1000 пФ±10 %	1	
А3	1-Т1	2Т326Б	1	
Б3	1-Т12	2Т326Б	1	
А3	1-Т20; 1-Т21; 1-Т22;	2П303Е	3	
Б3	1-Т23; 1-Т24; 1-Т25	2П303Е	3	

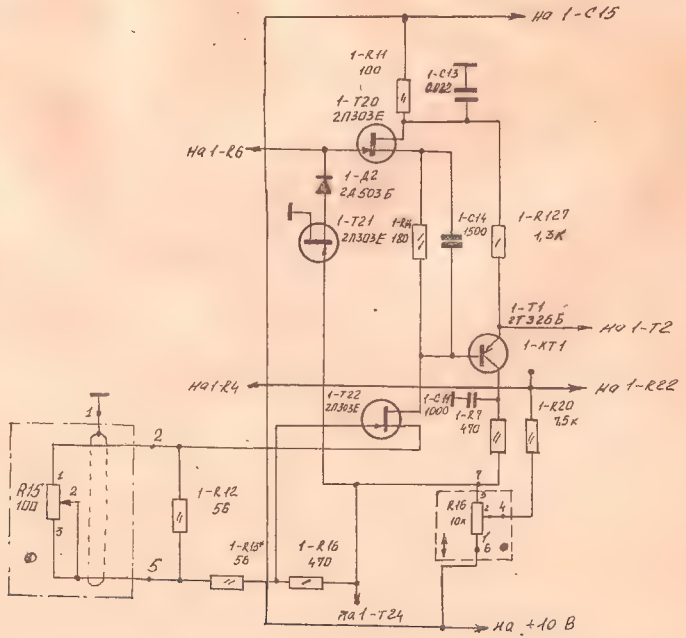
И22.044040 Э3

Лист 1

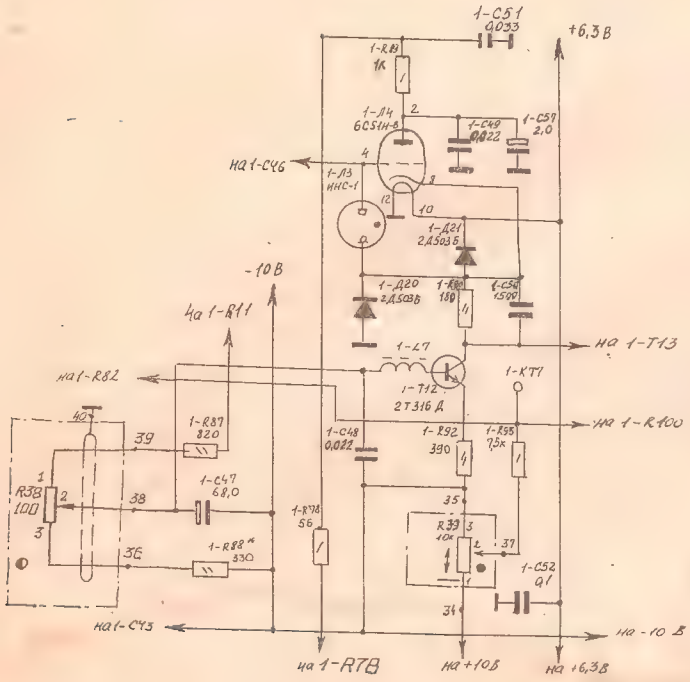
Имеется



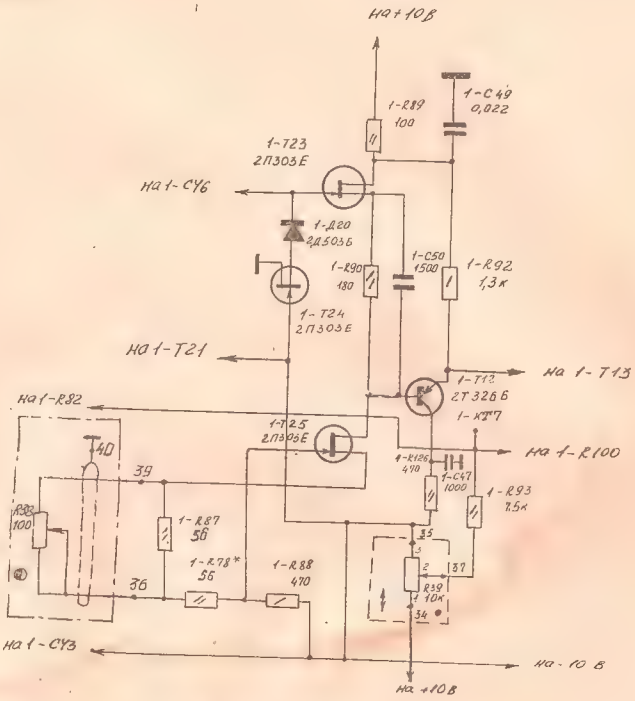
Должно быть



Имеется



Должно быть



Примечание. Полевые транзисторы 1-Т20; 1-Т22 и 1-Т23; 1-Т25 типа 2П303Е должны быть подобраны так, чтобы напряжение на стоках транзисторов 1-Т22 и 1-Т25 по отношению к корпусу было в пределах ±10 mV.

ВНИМАНИЕ!

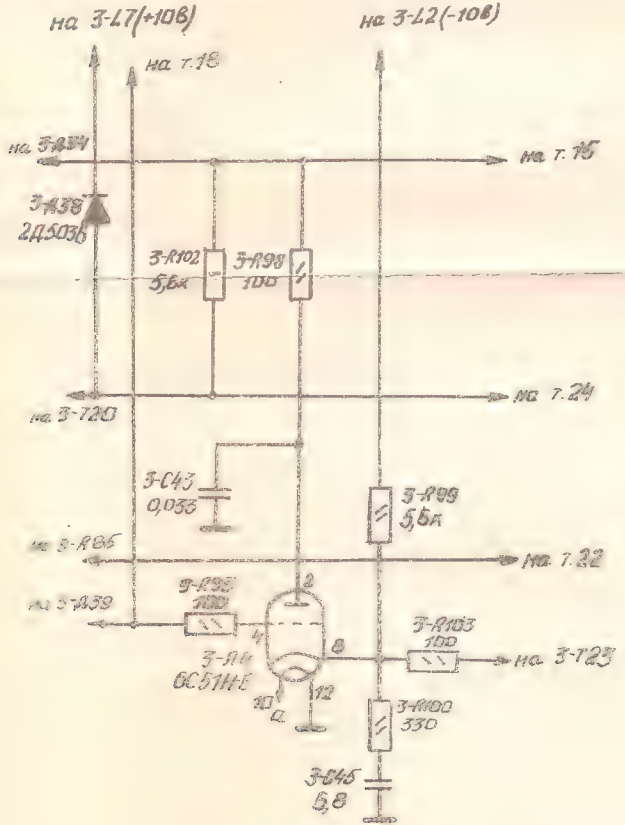
В данном приборе С1-64 возможны следующие изменения схемы электрической принципиальной И22.044.040 Э3 и перечня элементов И22.044.040 ПЭ3.

И22.044.040 ПЭ3
Перечень элементов

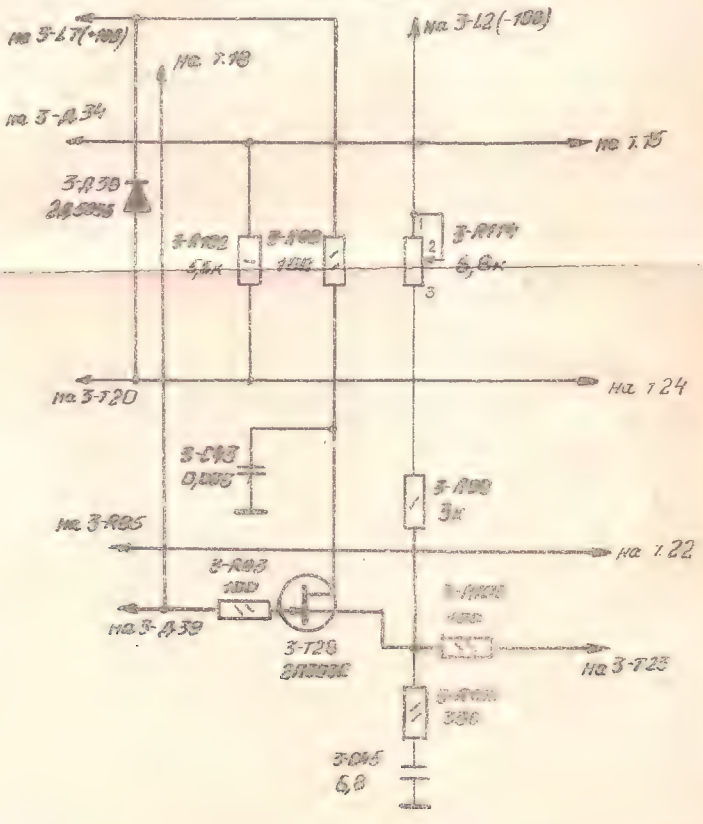
Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
		Плата И22.089.129 Сп		
		Резисторы		
А10	3-R24	ВС-0,125а-5,1 кОм±5 %	1	
А10	3-R25	ВС-0,125а-10 кОм±5 %	1	
А10	3-R26	ВС-0,125а-5,1 кОм±5 %	1	
Б12	3-R99	ОМЛТ-0,25-В-3 кОм±5 %	1	
А10	3-R110	ВС-0,125а-100 Ом±5 %	1	
А10	3-R111	ОМЛТ-0,25-В-510 Ом±5 %	1	
А10	3-R112	ОМЛТ-0,25-В-1,3 кОм±5 %	1	
А10	3-R113	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±5 %	1	
Б12	3-R114	СП4-1в-6,8 кОм-А	1	
		Конденсаторы		
А10	3-С47	КТ-1-М47-18 пФ±10 %	1	
А10	3-С49	КМ-5а-М1500-1000 пФ±10 %	1	
		Транзисторы		
А10	3-Т25	2П303Е	1	
А10	3-Т26	2П303Е	1	
А10	3-Т27	2Т326Б	1	
Б12	3-Т28	2П303Е	1	

Зак. 11—5500.

Имеется



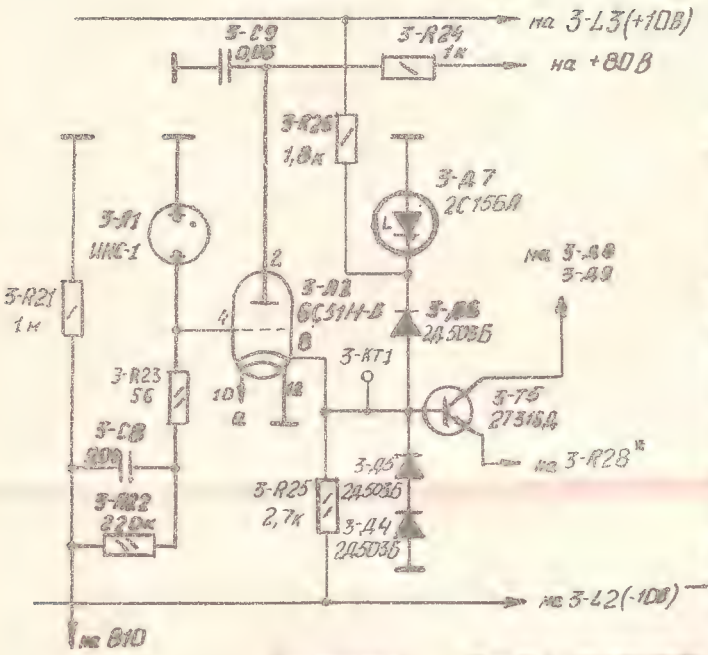
Должно быть



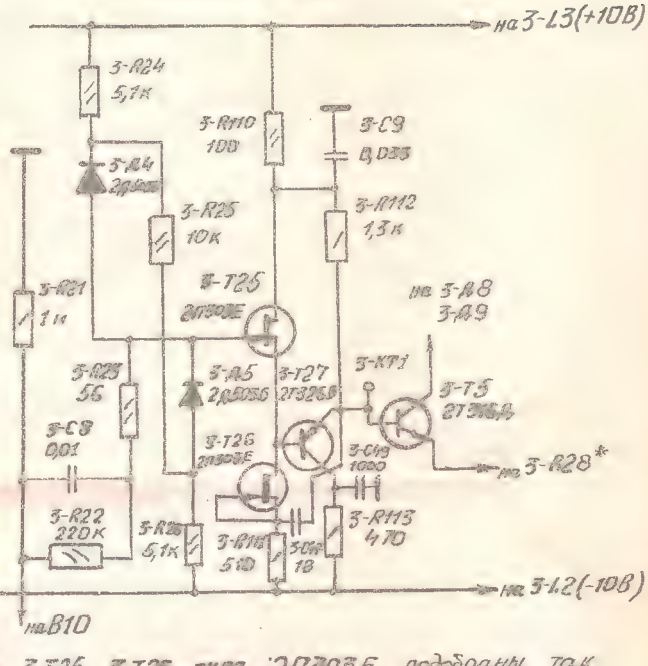
И22.044.04033

Лист 3

Имеется



Должно быть

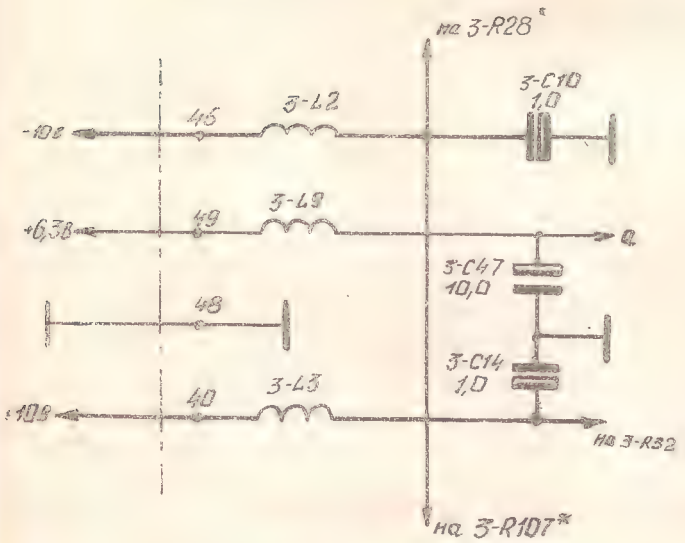


Примечание. Полевые транзисторы 3-Т25, 3-Т26 типа 2П303Е подобраны так, чтобы напряжение в точке соединения исток-сток (база 3-Т27) по отношению к корпусу составляло не более ±0,2В.

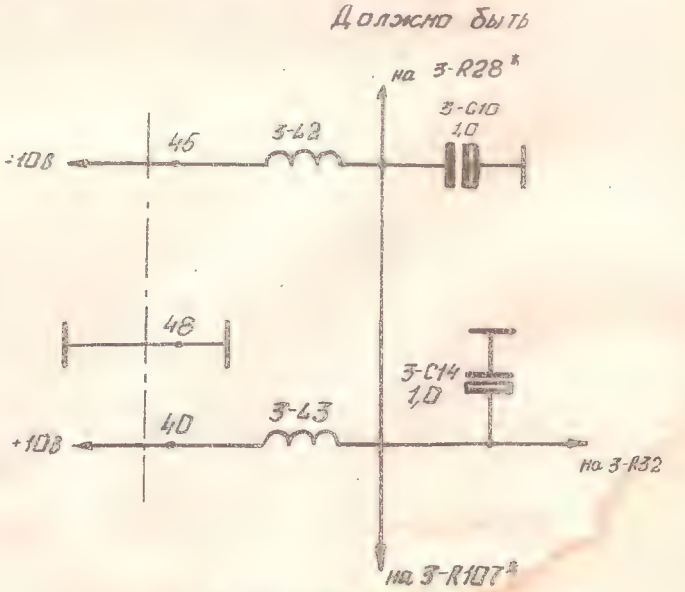
И22.044.04033

Лист 3

Имеется



Должно быть



ВНИМАНИЕ!

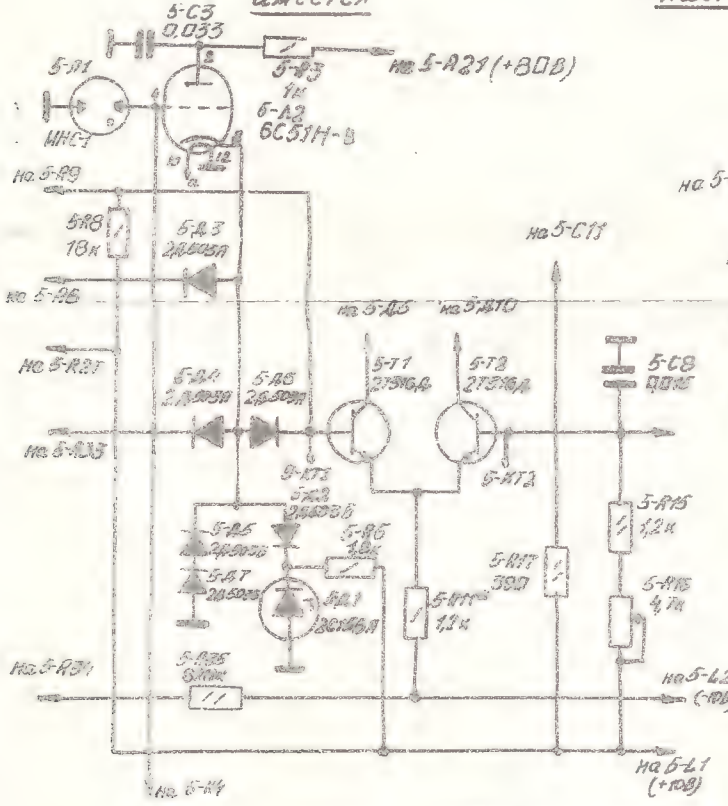
В данном приборе С1-64 возможны следующие изменения схемы электрической принципиальной И22.044.040 Э3 и перечня элементов И22.044.040 ПЭ3.

И22.044.040 ПЭ3

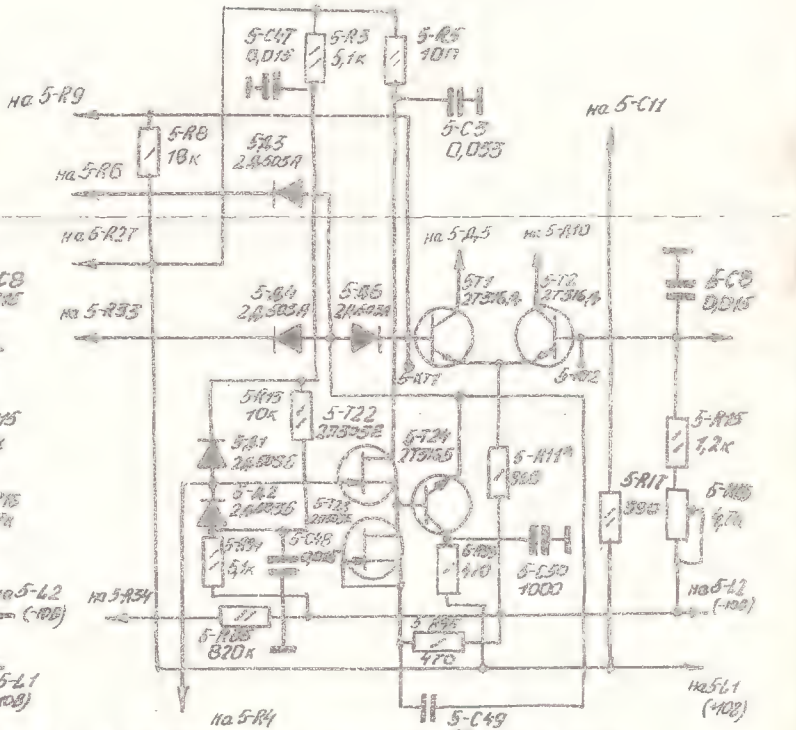
Перечень элементов

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Плата И22.089.127 Сп		
		Резисторы		
А13	5-R3	ВС-0,125а-5,1 кОм±5%	1	
А13	5-R5	ВС-0,125а-100 Ом±5%	1	
А14	5-R11*	ОМЛТ-0,25-В-910 Ом±10%	1	820 Ом... ...1,5 кОм
А13	5-R13	ВС-0,125а-10 кОм±5%	1	
А16	5-R75	ОМЛТ-0,25-В-3 кОм±10%	1	
А13	5-R94	ВС-0,125а-5,1 кОм±5%	1	
А13	5-R95	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±5%	1	
А13	5-R99	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±5%	1	
А16	5-R113	СП4-1в-6,8 кОм-А	1	
		Конденсаторы		
А13	5-С47	КМ-4а-Н30-0,015 мкФ	1	
А13	5-С48	КМ-4а-Н30-0,015 мкФ	1	
А13	5-С49	КТ-1-М47-18 пФ±10%	1	
А14	5-С50	КМ-5а-М1500-1000 пФ±10%	1	
		Диоды полупроводниковые		
А13	5-Д1	2Д503Б	1	
А13	5-Д2	2Д503Б	1	
		Транзисторы		
А13	5-Т22	2П303Е	1	
А13	5-Т23	2П303Е	1	
А13	5-Т24	2Т316Б	1	
А16	5-Т25	2П303Е	1	

Имеется



Должно быть

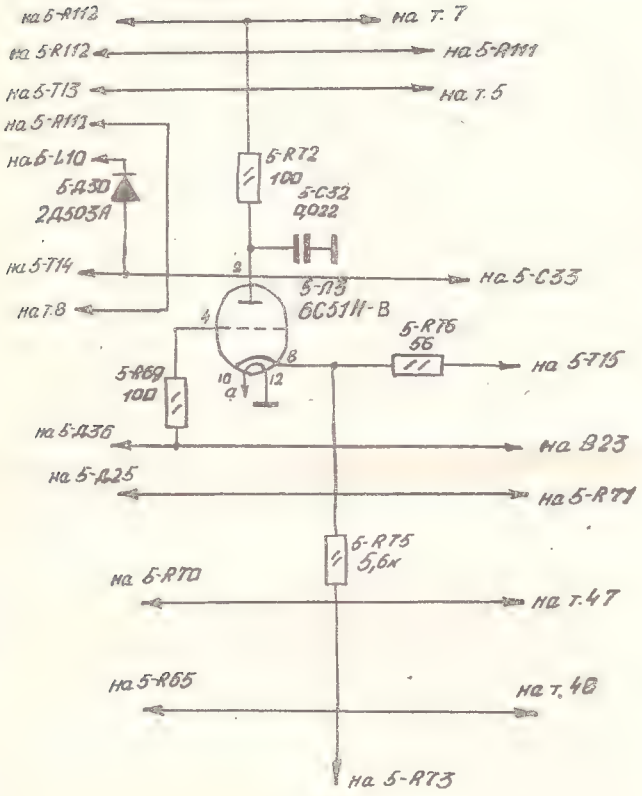


Примечание. Полевые транзисторы 5-Т22, 5-Т23 подобраны так, чтобы напряжение в точке соединения исток-сток двойных транзисторов (база 5-Т24) по отношению к корпусу составляло не более ±0,1 В.

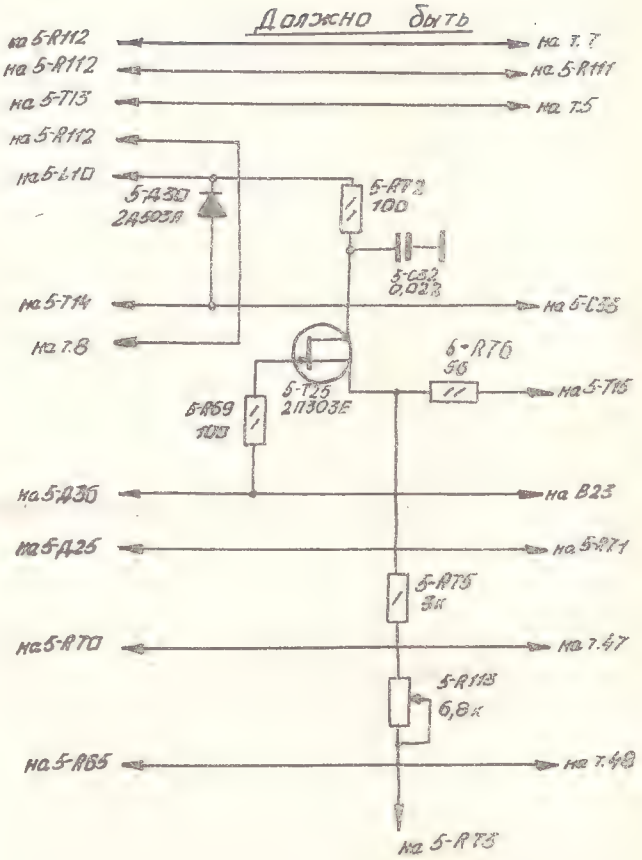
И22.044.040 Э3

Лист 4

Имеется



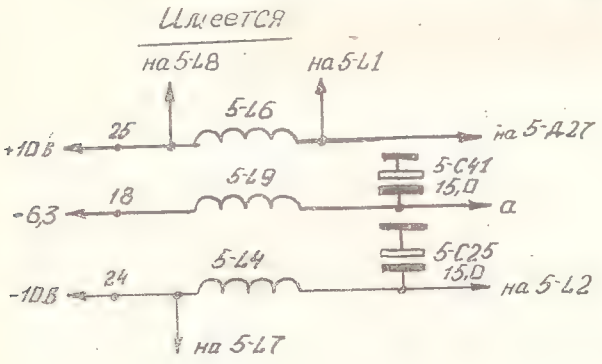
Должно быть



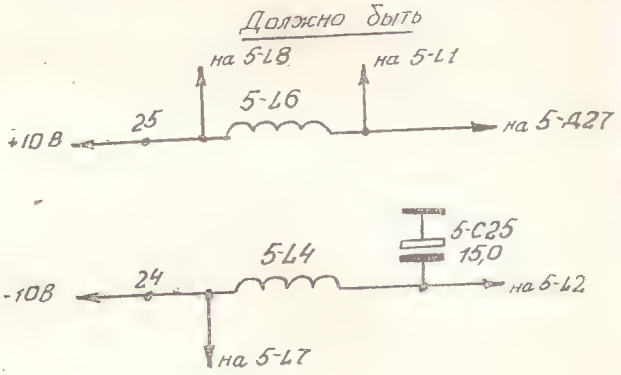
И22.044.04033

Лист 4

Имеется

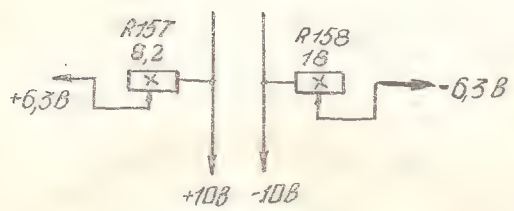


Должно быть

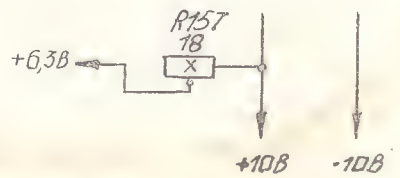


Лист 5

Имеется



Должно быть



ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ С1-64

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Альбом № 1
(в 2-х частях)
Часть 2

1984

ПЕРЕЧЕНЬ ВКЛЕЕННЫХ СХЕМ

И22.044.040Э3 лист 1
И22.044.040Э3 лист 2
И22.044.040Э3 лист 3
И22.044.040Э3 лист 4
И22.044.040Э3 лист 5

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

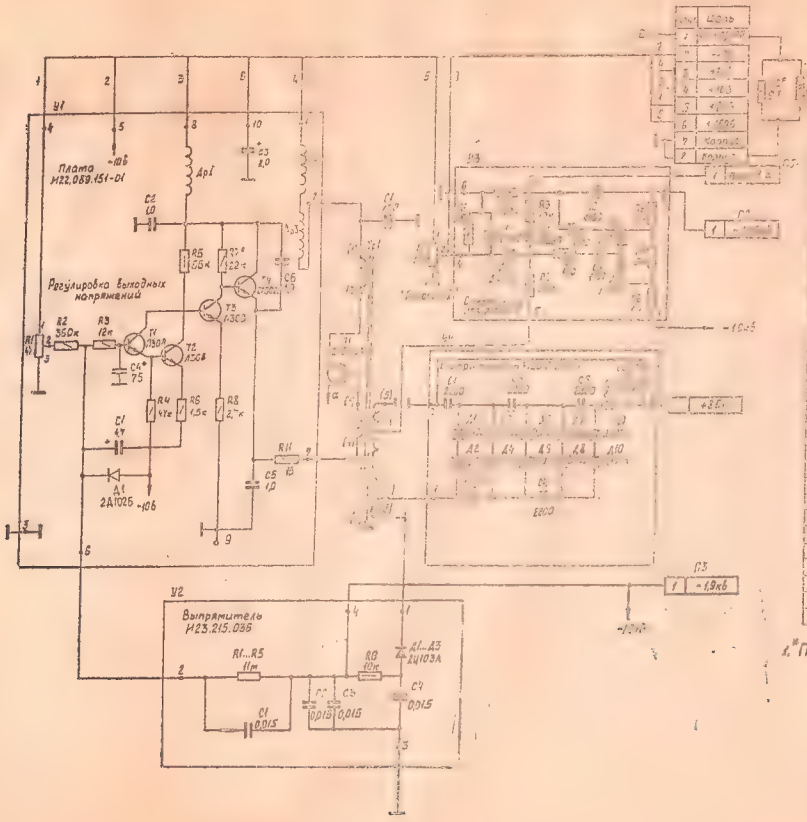
Преобразователь высоковольтный ЯП3.219.006 Э3 3

Преобразователь высоковольтный ЯП3.219.006 ПЭ3
Перечень элементов 4

Осциллограф универсальный С1-61 И22.044.040 ПЭ3
Перечень элементов 6

Делитель 1:10. Схема электрическая принципиальная И22.727.048Э3 44

Делитель 1 : 10 И22.727.048 Э3
Перечень элементов 45



	С3	Изм.
И22 089.151	—	—
И22 089 151-01	К60-20-160-2-ИНФ	1

Зона	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Резисторы		
[illegible]		[illegible] 20%-10	1	
[illegible]		[illegible] 5 %		
			2	6,8... 12 ом
[illegible]		[illegible] ГУ3 600 [illegible]	1	
[illegible]		[illegible]	3	
[illegible]		Транзистор 2Т903А	1	
[illegible]	[illegible] 284	Трансформатор	1	
[illegible]	[illegible]	Плата	1	
[illegible]	[illegible]	Выпрямитель	1	
[illegible]	[illegible]	Выпрямитель	1	
[illegible]	И23.215.037	Выпрямитель	1	
[illegible]		Конденсатор		
		[illegible]	1	

1.* Подбирают при регулировании.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ

Схема электрическая принципиальная

ЯП3.219.006 Э3

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ
ЯП3.219.006 ПЭ3

Перечень элементов

Поз. обозначение	Обозначение	Наименование	К-во	Примечание
R1		Резистор СП3-9а-100 кОм± ±20%-10	1	
R2*, R3*		ОМЛТ-2-В-9,1 Ом±5%	2	6,8...12 Ом
П1		Колодка ЯУ3.660.054	1	
П2, П3, П5		Стойка 3СМ10-1	3	
Т1		Транзистор 2Т903А	1	
Тр1	И24.730.284	Трансформатор	1	
У1		Плата И22.089.151-01	1	
		РЕЗИСТОРЫ		
R1		СП5-2 47 кОм 10%	1	
R2		ВС-0,25а-360 кОм±5% ГОСТ ВД 6562-70	1	
R3		ОМЛТ-0,25-В-12 кОм±10%	1	
R4		ОМЛТ-0,25-В-47 кОм±10%	1	
R5		ПТМН-0,5-56 кОм±1%	1	
R6		ОМЛТ-0,25-В-1,5 кОм±10%	1	
R7*		ОМЛТ-0,25-В-22 кОм±10%	1	12...47 кОм
R8		ОМЛТ-0,25-В-2,7 кОм±10%	1	
R11		ТВ0-0,25-15 Ом±10%	1	
		КОНДЕНСАТОРЫ		
С1		К53-14-6,3В-4,7 мкФ±20%	1	
С2		КМ-6-Н90-1 мкФ	1	
С3		Конденсатор (см. табл.)	1	
С4*		КТ-1-М47-7,5 пФ±0,4-3	1	Устанавливается при необходимости
С5, С6		КМ-6-Н90-1 мкФ	2	
Др1		Дроссели высокочастотные ДМ-0,1-240 МкГн±5%В	1	
Др2, Др3		ДМ-1,2-30 МкГн±5%В	2	

Поз. обозначение	Обозначение	Наименование	К-во	Примечание
		ТРАНЗИСТОРЫ		
Т1...Т3		П308	3	
Т4		2Т602Б	1	
Д1		Диод 2Д102Б	1	
У2		**Выпрямитель И23.215.036**	1	
		РЕЗИСТОРЫ		
R1...R5		ВС-0,5а-2,2 МОм±10% ГОСТ ВД 6562-70	5	последовательное R=11 МОм
R6		ОМЛТ-0,5-В-10 кОм±10%	1	
С1...С4		Конденсатор К15-5-Н70-3 кв-0,015 мкФ	4	без покрытия
Д1...Д3		Диод полупроводниковый 2Ц103А	3	последовательное
У4		**Выпрямитель И23.215.037**	1	
R1		Резистор ОМЛТ-0,5-В-1 МОм±10%	1	
		КОНДЕНСАТОРЫ		
С1...С5		К15-5-Н70-6,3 кв-2200 пФ	5	без покрытия
С6, С7		КВИ-2-16-150 пФ	2	
Д1...Д10		Диод полупроводниковый 2Ц103А	10	
У3		**Выпрямитель И23.215.208**	1	
		РЕЗИСТОРЫ ОМЛТ, КЭВ		
R1		ОМЛТ-0,25-В-510 кОм±5%	1	
R2		ОМЛТ-0,5-В-200 кОм±5%	1	
R3		ОМЛТ-0,25-В-10 кОм±10%	1	
R4		ОМЛТ-0,5-В-300 кОм±5%	1	
R5		ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±10%	1	
R6		ОМЛТ-0,5-В-1 МОм±10%	1	
R7		КЭВ-0,5-27 МОм±10%	1	
R8		ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	
		КОНДЕНСАТОРЫ		
С1		КМ-3б-Н30-0,022 мкФ $^{+50}_{-20}$ %	1	
С2...С4		К15-5-Н70--6,3 кв-1000 пФ	3	без покрытия
		ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ		
Д1÷Д4		Д223Б	4	

ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ С1-64
И22.044.040 ПЭ3

Перечень элементов

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
		Резисторы ОМЛТ, МТ **Резисторы ВС** **Резисторы ПЭВ, ПЭВР ГОСТ 6513-66** **Резисторы С2-14** **Резисторы С2-10** **Резисторы СП3-9а** **Резисторы СП4-1а**		
А1	R1	ОМЛТ-0,5-В-56 Ом±10%	1	
А1	R2	С2-14-0,25-898 кОм±0,5%-Б	1	
А1	R3	С2-14-0,25-988 кОм±0,5%-Б	1	
А1	R4	С2-14-0,25-111 кОм±0,5%-Б	1	
А1	R5	С2-14-0,25-10,1 кОм±0,5%-Б	1	
А1	R6	ОМЛТ-0,25-В-56 Ом±10%	1	
А1	R7	ОМЛТ-0,25-В-56 Ом±10%	1	
А2	R8	С2-14-0,25-597 кОм±0,5%-Б	1	
А2	R9	С2-14-0,25-796 кОм±0,5%-Б	1	
А2	R10	МТ-0,25-В-22 Ом±5%-А	1	
А2	R11	С2-14-0,25-665 кОм±0,5%-Б	1	
А2	R12	С2-14-0,25-249 кОм±0,5%-Б	1	
А2	R13	МТ-0,25-В-10 Ом±5%-А	1	
А4	R14	ВС-0,125а-47 Ом±5%	1	
А3	R15	СП4-1а-100 Ом-А-16	1	
А4	R16	СП4-1а-10 кОм-А-16	1	
А5	R17	ВС-0,125а-150 Ом±5%	1	
А5	R18	СП4-1а-220 Ом-А-25	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А5	R19	ВС-0,125а-120 Ом±5%	1	
А5	R20	ВС-0,125а-1кОм±10%	1	
А5	R21	ВС-0,125а-56 Ом±5%	1	
А5	R22	СП4-1а-220 Ом-А-20	1	
А5	R23	ВС-0,125а-27 Ом±5%	1	
Б1	R24	ОМЛТ-0,5-В-56 Ом±10%	1	
Б1	R25	С2-14-0,25-898 кОм±0,5%-Б	1	
Б1	R26	С2-14-0,25-988 кОм±0,5%-Б	1	
Б1	R27	С2-14-0,25-111 кОм±0,5%-Б	1	
Б1	R28	С2-14-0,25-10,1 кОм±0,5%-Б	1	
Б1	R29	ОМЛТ-0,25-В-56 Ом±10%	1	
Б2	R31	С2-14-0,25-597 кОм±0,5%-Б	1	
Б2	R32	С2-14-0,25-796 кОм±0,5%-Б	1	
Б2	R33	МТ-0,25-В-22 Ом±5%-А	1	
Б2	R34	С2-14-0,25-665 кОм±0,5%-Б	1	
Б2	R35	С2-14-0,25-249 кОм±0,5%-Б	1	
Б2	R36	МТ-0,25-В-10 Ом±5%-А	1	
Б3	R38	СП4-1а-100 Ом-А-16	1	
Б3	R39	СП4-1а-10 кОм-А-16	1	
Б5	R40	ВС-0,125а-150 Ом±5%	1	
Б5	R41	СП4-1а-220 Ом-А-25	1	
Б5	R42	ВС-0,125а-120 Ом±5%	1	
Б5	R43	ВС-0,125а-1 кОм±10%	1	
Б5	R44	ВС-0,125а-56 Ом±5%	1	
Б5	R45	СП4-1а-220 Ом-А-20	1	
Б5	R46	ВС-0,125а-27 Ом±5%	1	
Б7	R47	ОМЛТ-2-В-1,1 кОм±5%	1	
Б7	R48	ОМЛТ-2-В-1,1 кОм±5%	1	
Б8	R50	ОМЛТ-2-В-1,1 кОм±5%	1	
Б8	R51	ОМЛТ-2-В-1,1 кОм±5%	1	
Б8	R52	ОМЛТ-2-В-360 Ом±5%	1	
Б8	R53	ОМЛТ-2-В-360 Ом±5%	1	
А2	R54	ОМЛТ-0,5-В-30 Ом±5%-А	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А2	R55	ОМЛТ-0,5-В-15 Ом±5%-А	1	
Б2	R56	ОМЛТ-0,5-В-30 Ом±5%-А	1	
Б2	R57	ОМЛТ-0,5-В-15 Ом±5%-А	1	
А6	R64	ВС-0,125а-56 Ом±10%	1	
А4	R65	ВС-0,125-150 Ом±5%	1	
А6	R66	ВС-0,125-100 Ом±5%	1	
А9	R67	МТ-0,25-В-10 Ом±10%-А	1	
А9	R68	ОМЛТ-0,25-В-910 кОм±5%	1	
А9	R69	ОМЛТ-0,25-В-110 кОм±5%	1	
А9	R70	ОМЛТ-0,25-В-100 кОм±5%	1	
А10	R71	ОМЛТ-0,5-В-100 кОм±5%	1	
А11	R72	СП4-1а-10 кОм-А-16	1	
Б10	R74	ОМЛТ-0,25-В-20 кОм±5%	1	
Б10	R75	ОМЛТ-0,25-В-100 кОм±5%	1	
Б10	R76	СП3-9а-10 кОм±20%-16	1	
Б10	R77	СП3-9а-10 кОм±20%-16	1	
Б11	R78	ОМЛТ-0,25-В-100 кОм±10%	1	
Б13	R79	ВС-0,125а-9,1 кОм±5%	1	
Б13	R80	ВС-0,125а-9,1 кОм±5%	1	
Б14	R82	СП4-1а-470 Ом-А-12	1	
Б15	R83	ОМЛТ-0,25-В-150 кОм±10%	1	
Б13	R84	СП4-1а-47кОм-А-16	1	
Б13	R85	СП4-1а-10 кОм-А-16	1	
Б14	R86	СП4-1а-100 Ом-А-16	1	
Б12	R87	С2-10-0,25-448 Ом±0,5%	1	
Б12	R88	С2-10-0,25-49,9 Ом±0,5%	1	
А20	R90	СП4-1а-10 кОм-А-16	1	
А19	R91	ОМЛТ-0,25-В-12 кОм±10%	1	
Б13	R92	МТ-0,25-В-10 Ом±10%-А	1	
Б13	R93	ОМЛТ-0,25-В-910 кОм±5%	1	
Б13	R94	ОМЛТ-0,25-В-110 кОм±5%	1	
А13	R95	ОМЛТ-0,25-В-100 кОм±5%	1	
Б14	R96	ОМЛТ-0,5-В-100 кОм±5%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А14	R97	СП4-1а-10 кОм-А-16	1	
А15	R98	Резистор СП5-39Б-1 Вт 2,2 кОм±5%-В	1	
Б16	R99	ОМЛТ-2-В-15 кОм±10%	1	
Б15	R100	ПЭВ-10-3,3 кОм 5%	1	
Б15	R101	ПЭВ-7,5-1 кОм 5%	1	
Б15	R102	ПЭВ-10-3,3 кОм 5%	1	
Б15	R103	ОМЛТ-0,5-В-1,2 кОм±10%	1	
А12	R104	ВС-0,25а-3,6 МОм±5%	1	
А11	R105	С2-14-0,25-71,5 кОм±0,5%-А	1	
А11	R106	С2-14-0,25-71,5 кОм±0,5%-А	1	
А11	R107	С2-14-0,25-143 кОм±0,5%-А	1	
А11	R108	С2-14-0,25-988 кОм±0,5%-А	1	
А11	R109	С2-14-0,25-715 кОм±0,5%-А	1	
А11	R110	С2-14-0,25-715 кОм±0,5%-А	1	
А11	R111	С2-14-0,25-715 кОм±0,5%-А	1	
А11	R112	С2-14-0,25-71,5 кОм±0,5%-А	1	
А11	R113	ВС-0,125а-2,7 кОм±5%	1	
А11	R114	СП3-9а-22 кОм±20%-20	1	сдвоен. с В21
А11	R115	ВС-0,25а-3,3 МОм±5%	1	
Б16	R116	ВС-0,125а-2,7 кОм±5%	1	
Б16	R117	СП3-9а-22 кОм±20%-12	1	
Б16	R118	ВС-0,25а-3,3 МОм±5%	1	
Б16	R119	С2-14-0,25-988 кОм±0,5%-Б	1	
Б16	R120	С2-14-0,25-715 кОм±0,5%-Б	1	
Б16	R121	С2-14-0,25-715 кОм±0,5%-Б	1	
Б16	R122	С2-14-0,25-715 кОм±0,5%-Б	1	
Б16	R123	С2-14-0,25-71,5 кОм±0,5%-Б	1	
Б16	R124	С2-14-0,25-71,5 кОм±0,5%-Б	1	
Б16	R125	С2-14-0,25-71,5 кОм±0,5%-Б	1	
Б16	R126	С2-14-0,25-143 кОм±0,5%-Б	1	
Б16	R127	ОМЛТ-0,25-В-3 кОм±10%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А18	R128	МТ-0,25-33 Ом±10%	1	
А18	R129	ППЗ-40-47 Ом±10%	1	
Б19	R130	СП3-9а-6,8 кОм±20%-16	1	
Б19	R131	СП3-9а-6,8 кОм±20%-16	1	
А19	R132	ОМЛТ-0,25-В-68 кОм±10%	1	
А19	R133	ОМЛТ-0,25-В-4,7кОм±10%	1	
Б20	R134	СП3-9а-10-2,2 МОм±30%	1	
А19	R135	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	
Б19	R136	ОМЛТ-0,25-В-4,7 кОм±10%	1	
Б20	R137	ОМЛТ-0,25-В-100 Ом±10%	1	
Б19	R138	ОМЛТ-0,25-В-22 кОм±10%	1	
А20	R139	СП3-9а-100 кОм±20%-12	1	
Б20	R140	ОМЛТ-0,25-В-10 кОм±10%	1	
Б20	R141*	ОМЛТ-0,5-В-15 кОм±10%	1	12...18 кОм
Б20	R142	СП3-9а-100 кОм±20%-16	1	
Б19	R143	ОМЛТ-0,25-В-220 Ом±5%	1	
Б20	R145	КЭВ-0,5-15 МОм±10%	1	
А11	R146	С2-14-0,25-442 кОм±0,5%-Б	1	
Б16	R147	С2-14-0,25-442 кОм±0,5%-Б	1	
Б14	R148	ВС-0,125а-1,5 кОм±5%	1	
А17	R149	ОМЛТ-0,25-В-33 кОм±10%	1	
А18	R150	ОМЛТ-2-В-2 кОм±10%	1	
А18	R151	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	
А18	R152	ОМЛТ-0,25-В-10 кОм±10%	1	
А19	R153	ОМЛТ-0,5-В-1 кОм±10%	1	
А19	R154	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	
А19	R155	ОМЛТ-0,25-В-10 кОм±10%	1	
А19	R156	ОМЛТ-1-В-200 Ом±5%	1	
Б18	R157	ПЭВР-10-8,2 Ом 10%	1	
Б19	R158	ПЭВР-10-18 Ом 10%	1	
Б20	R159*	ОМЛТ-0,5-В-2,7 МОм±10%	1	2...3,3 МОм
А17	R160	ОМЛТ-2-В-150 Ом±10%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
		Конденсаторы КТ-1 ГОСТ 23385-78 **Конденсаторы КТ2-19** **Конденсаторы КМ-3, КМ-4, КМ-5** **Конденсаторы К15-5** **Конденсаторы СГМ3-Б** **Конденсаторы КСОТ-2** **Конденсаторы ССГ-2** **Конденсаторы К73П-4** **Конденсаторы К42У-2** **Конденсаторы К53-4** **Конденсаторы К50-3Б** **Конденсаторы К50-6** **Конденсаторы К50-20**		
А1	С1	К42У-2-250-0,1 мкФ±10%	1	
А1	С2	КТ-1-М47-15 пФ±10%-3	1	
А1	С3, С4	Конденсатор И24.649.004-2Сп	2	
А1	С5, С6	Конденсатор И24.649.000Сп	2	
А1	С7	КМ-4в-П33-75 пФ±5%	1	
А1	С8	КМ-4в-П33-180 пФ±5%	1	
*	С9	Конденсатор И24.649.004-1Сп	1	*А1, А2
А2	С11, С10	Конденсатор И24.649.004-2Сп	2	
А2	С12, С13	Конденсатор И24.649.003Сп	2	
А2	С14	КТ-1-М47-15 пФ±5%-3	1	
А2	С15	КТ-1-М47-16 пФ±5%-3	1	
А5	С16	КТ-1-М47-4,7 пФ±10%-3	1	
Б1	С17	К42У-2-250-0,1 мкФ±10%	1	
Б1	С18	КТ-1-М47-15 пФ±10%-3	1	
Б1	С19, С20	Конденсатор И24.649.004-2Сп	2	
Б1	С21, С22	Конденсатор И24.649.000Сп	2	
Б1	С23	КМ-4в-П33-75 пФ±5%	1	
Б1	С24	КМ-4в-П33-180 пФ±5%	1	
Б1	С25	Конденсатор И24.649.004-1Сп	1	
Б2	С26, С27	Конденсатор И24.649.004-2Сп	2	
Б2	С28, С29	Конденсатор И24.649.003Сп	2	
Б2	С30	КТ-1-М47-15 пФ±5%-3	1	
Б2	С31	КТ-1-М47-16 пФ±5%-3	1	
Б5	С32	КТ-1-М47-4,7 пФ±10%-3	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
Б7	С33	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б8	С34	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б8	С35	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А1	С36	КТ-1-М47-11 пФ±5%-3	1	
Б1	С37	КТ-1-М47-11 пФ±5%-3	1	
А1	С38	КТ-1-М47-9,1 пФ±5%-3	1	
Б1	С39	КТ-1-М47-9,1 пФ±5%-3	1	
А2	С40	КТ-1-М47-9,1 пФ±5%-3	1	
А2	С41	КТ-1-М47-6,2 пФ±0,4-3	1	
Б2	С42	КТ-1-М47-9,1 пФ±5%-3	1	
Б2	С43	КТ-1-М47-6,2 пФ±0,4-3	1	
А1	С44	КТ-1-М47-3,3 пФ±0,4-3	1	
Б1	С45	КТ-1-М47-3,3 пФ±0,4-3	1	
А1	С46	КТ-1-М47-3,3 пФ±0,4-3	1	
Б1	С47	КТ-1-М47-3,3 пФ±0,4-3	1	
А1	С48	КТ-1-М47-2,2 пФ±0,4-3	1	
Б1	С49	КТ-1-М47-2,2 пФ±0,4-3	1	
А9	С51	КТ-1-М47-12 пФ±10%-3	1	
А9	С52*	КТ-1-М47-1,5 пФ±0,4-3	1	1...2,2 пФ
А9	С53	КМ-4а-Н30-0,01 мкФ	1	
А9	С54	КТ-1-М750-100 пФ±10%-3	1	
Б10	С55	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
Б11	С56	КМ-3а-Н30-0,022 мкФ	1	
А17	С58	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А20	С59	К50-20-160-100 мкФ	1	
Б13	С61	КТ-1-М47-12 пФ±10%-3	1	
Б13	С62*	КТ-1-М47-1,5 пФ±0,4-3	1	1...2,2 пФ
Б13	С63	КТ-1-М750-100 пФ±10%-3	1	
А13	С64	КМ-4а-Н30-0,01 мкФ	1	
Б15	С65	КМ-3а-Н30-0,022 мкФ	1	
А12	С66	КТ-1-М750-270 пФ±10%-3	1	
А12	С67	К53-4-20-10 мкФ±20%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А12	С68	К53-4-20-1 мкФ±20%	1	
А12	С69	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
А12	С70	КМ-4а-Н30-0,01 мкФ	1	
А12	С71	КМ-3а-Н30-1000 пФ	1	
А12	С72	К73П-4-10 мкФ	1	
А12	С73	КТ-1-М750-100 пФ±10%-3	1	
А12	С74	КМ-5а-М47-470 пФ±10%	1	
А12	С75	К73П-4-1 мкФ	1	
А12	С76	КТ-1-М750-100 пФ±10%-3	1	
А12	С77	ССГ-2-100000 пФ±1%	1	
А12	С78	СГМЗ-Б-а-Г-10000 пФ±1%	1	
А12	С79	КСОТ-2-500-Г-910 пФ±5%	1	
А12	С80*	КМ-5а-М47-100 пФ±10%	1	47...150 пФ
А12	С81*	КМ-5а-М47-91 пФ±10%	1	75...110 пФ
А12	С82	КТ2-19 1,9/15 пФ	1	
Б16	С83	К73П-4-1 мкФ	1	
Б16	С84	КТ-1-М750-100 пФ±10%-3	1	
Б16	С85	ССГ-2-100000 пФ±1%	1	
Б16	С86	СГМЗ-Б-а-Г-10000 пФ±1%	1	
Б16	С87	КСОТ-2-500-Г-910 пФ±5%	1	
Б16	С88*	КМ-5а-М47-100 пФ±10%	1	47...150 пФ
Б16	С89*	КМ-5а-М47-91 пФ±10%	1	75...110 пФ
Б16	С90	КТ2-19 1,9/15 пФ	1	
А17	С91	К50-20-50-2000	1	
А17	С92	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
А17	С93	К50-20-160-200	1	
А18	С94	К50-20-160-200	1	
А18	С95	К50-6-25-4000 мкФ	1	
А19	С96	К50-6-25-4000 мкФ	1	
Б18	С97	К50-20-100-100	1	
Б18	С98	К50-20-25-500	1	
Б19	С99	К50-20-25-500	1	
А17	С100	КМ-3а-Н30-0,022 мкФ	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А18	С101	КМ-3а-Н30-0,022 мкФ	1	
А19	С102	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б20	С103	КМ-4а-Н30-0,047 мкФ	1	
Б20	С104	КМ-4а-Н30-0,047 мкФ	1	
Б20	С105	КМ-5а-Н30-0,047 мкФ	1	
Б20	С106	КМ-5а-Н30-0,047 мкФ	1	
Б19	С107	КМ-4а-М47-150 пФ±10%	1	
Б19	С108	К15-5-Н20-3 кв-1000 пФ	1	
А18	С109	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б20	С110	КМ-4а-Н30-0,047 мкФ	1	
Б19	С111	К15-5-Н70-3 кв-0,015 мкФ	1	
Б20	С112	КМ-4а-Н30-0,047 мкФ	1	
А19	С113	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А2	L1	Индуктивность И24.775.042-1Сп	1	
А2	L2*	Индуктивность И24.775.042-1Сп	1	
Б2	L3	Индуктивность И24.775.042-1Сп	1	
Б2	L4*	Индуктивность И24.775.042-1Сп	1	
Б1	L5*	Индуктивность И24.775.039-1Сп	1	
Б7	L6	Индуктивность И24.775.035Сп	1	
Б8	L7	Индуктивность И24.775.035Сп	1	
Б15	L9, L10	Индуктивность И24.777.077Сп	2	
А4	Др1	Дроссель высокочастотный ДМ-3-1±0,4	1	
А17	Др2	Дроссель высокочастотный ДМ-0,2-200±5%	1	
Б19	L13	Система отклоняющая И24.791.001Сп	1	
Б19	L14	Система отклоняющая И24.791.002Сп	1	
•	L15*, L16*	Индуктивность И24.775.039Сп	2	*А1, Б1
А2	L17, L18	Индуктивность И24.775.042-1Сп	2	
Б2	L19, L20	Индуктивность И24.775.042-1Сп	2	
А6	Др3	Дроссель высокочастотный ДМ-3-1±0,4	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
Б9	Л1, Л2	Лампа СМН9-60-2	2	
Б15	Л3	Индикатор ИНС-1	1	
А18	Л4	Лампа СМН9-60-2	1	
А19	Л5, Л6	Лампа СМН9-60-2	2	
Б20	Л7	Трубка электроннолучевая 11ЛО1И	1	
А17	Тр1	Трансформатор И24.702.085Сп	1	
А1	В1	Переключатель ПР3П3НТС	1	
А1	В2	Переключатель И23.600.049Сп	1	
Б1	В3	Переключатель ПР3П3НТС	1	
Б1	В4	Переключатель И23.600.032Сп	1	
Б5	В5	Микротумблер МТ3	1	
Б6	В6	Переключатель И23.600.033Сп	1	
А4	В8	Переключатель	1	сдвоен. с В6
А9	В9	Переключатель ПР4П2НТС	1	
А10	В10	Переключатель ПР4П2НТС	1	
А10	В11	Микротумблер МТ3	1	
Б9	В12	Переключатель ПР3П6НТС	1	
А20	В13	Переключатель И23.600.039Сп	1	
Б15	В14	Переключатель	1	сдвоен. с В13
Б12	В15	Микротумблер МТ1	1	
А13	В16	Переключатель ПР4П2НТС	1	
А13	В17	Переключатель ПР4П2НТС	1	
А13	В18	Микротумблер МТ3	1	
А14	В19	Микротумблер МТ3	1	
А12	В21	Переключатель И23.600.034Сп	1	
Б16	В23	Переключатель	1	сдвоен. с В21
А18	В24	Микротумблер МТ1	1	
А18	В25	Микротумблер МТ3	1	
Б11	Кн1	Кнопка КИМ-1, И23.604.000Сп	1	
А8	Кн2	Кнопка малогабаритная КМ2-1	1	
Б19	ИП1	Счетчик времени ЭСВ-2,5-12,6/0	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
		ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ		
Б10	Д1	2С168А	1	
Б10	Д2	2Д503А	1	
Б10	Д3	2Д503В	1	
Б15	Д5	Д220Б	1	
А17	Д6, Д7	2Д202Д	2	
А18	Д8	Д817А	1	
А18	Д9	2Д202В	1	
А19	Д10÷Д12	2Д202В	3	
А17	М1	Электродвигатель ДПР-42-Н1-03 ОРН.515.204	1	
А18	Пр1	Вставка плавкая ВП1-1-2А 250 В	1	
А17	Пр2	Вставка плавкая ВП-1-2-2А 250 В	1	
А17	Пр3	Вставка плавкая ВП-1-2-0,25А 250 В	1	
*	Кл1, Кл2	Зажим И26.625.001	2	*А1, Б1
А18	Ш9	Вилка 2РМ14Б4Ш1В1	1	
А8	Лз1	Линия задержки И22.066.008Сп	1	
		ТРАНЗИСТОРЫ		
*	Т1, Т2	2Т904А	2	*Б7, Б8
Б15	Т7, Т8	2Т602А	2	
А18	Т9	2Т903А	1	
А18	Т10	П701А	1	
А18	Т11	2Т903А	1	
А18	Т12, Т13	П701А	2	
А18	Т14	2Т903Б	1	
А19	Т15	П701А	1	
А19	Т16	2Т903Б	1	
*	Ш1, Ш2	Розетка приборная СР-50-73ФВ	2	*А1, В1
*	Ш3, Ш4	Розетка приборная СР-50-73ФВ	2	*Б9, Б16
*	Ш5, Ш6	Розетка приборная СР-50-73ФВ	2	*Б12, А4
*	Ш7, Ш8	Розетка приборная СР-50-73ФВ	2	*Б9, Б13
Б19	Гн1, Гн2	Гнездо Г4,0б ГОСТ 24733-81	2	
Б17	У1	Преобразователь высоковольтный ЯП3.219.006	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
		Плата И22.089.128 Сп		
		Резисторы ВС **Резисторы ОМЛТ** **Резисторы ТВО** **Резисторы С2-14** **Резисторы С2-10** **Резисторы СП4-1в** **Резисторы МТ**		
А3	1-R1	СП4-1в-1 кОм-А	1	
А3	1-R2	СП4-1в-220 Ом-А	1	
А3	1-R3*	ВС-0,125а-1 кОм±5%	1	680 Ом... ...1,5 кОм
А3	1-R4	С2-10-0,25-768 Ом±0,5%	1	
А3	1-R5	С2-10-0,25-210 Ом±0,5%	1	
А3	1-R6	ОМЛТ-0,25-В-220 кОм±10%	1	
А3	1-R7	ОМЛТ-0,5-В-620 Ом±5%	1	
А3	1-R9	С2-14-0,25-1 МОм±0,5%-Б	1	
А3	1-R10	С2-10-0,25-68,1 Ом±0,5%	1	
А3	1-R11	ВС-0,125а-820 Ом±5%	1	
А3	1-R12*	ВС-0,125а-330 Ом±5%	1	200... ...430 Ом
А3	1-R13	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	
А3	1-R14	ВС-0,125а-180 Ом±5%	1	
А4	1-R15	ВС-0,125а-51 Ом±5%	1	
А3	1-R16	ВС-0,125а-390 Ом±5%	1	
А4	1-R17	СП4-1в-470 Ом-А	1	
А4	1-R18	ВС-0,125а-1,8 кОм±5%	1	
А4	1-R19	ВС-0,125а-130 Ом±5%	1	
А4	1-R20	ВС-0,125а-7,5 кОм±5%	1	
А4	1-R21	ТВО-0,25-4,7 Ом±5%	1	
А4	1-R22	С2-10-0,25-365 Ом±0,5%	1	
А4	1-R23	ВС-0,125а-2,7 кОм±5%	1	
А4	1-R24	МТ-0,25-В-10 Ом±5%-А	1	
А4	1-R25	СП4-1в-100 кОм-А	1	
А4	1-R26	ОМЛТ-0,25-В-1,1 кОм±10%	1	
А4	1-R27	ВС-0,125а-220 Ом±10%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А4	1-R28	ВС-0,125а-15 кОм±5%	1	
А4	1-R29	ОМЛТ-0,25-В-1,1 кОм±10%	1	
А4	1-R30	ОМЛТ-0,25-В-330 Ом±10%	1	
А5	1-R31*	ВС-0,125а-82 кОм±5%	1	68...100 кОм
А5	1-R33	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±5%	1	
А5	1-R34*	ВС-0,125а-1,6 кОм±5%	1	1,3...2 кОм
А5	1-R35	ВС-0,125а-1,6 кОм±5%	1	
А5	1-R36	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±5%	1	
А6	1-R37	ВС-0,125а-56 Ом±5%	1	
А5	1-R38	ОМЛТ-0,25-В-620 Ом±5%	1	
А5	1-R39	ОМЛТ-0,25-В-620 Ом±5%	1	
А6	1-R40	ВС-0,125а-220 Ом±5%	1	
А6	1-R41	ВС-0,125а-56 Ом±5%	1	
А6	1-R42	ВС-0,125а-1 кОм±5%	1	
А6	1-R43	ВС-0,125а-20 Ом±5%	1	
Б6	1-R44	ВС-0,125а-1 кОм±5%	1	
А6	1-R45	ВС-0,125а-750 Ом±5%	1	
А6	1-R46	ВС-0,125а-750 Ом±5%	1	
Б6	1-R47	ВС-0,125а-1 кОм±5%	1	
Б6	1-R48	ВС-0,125а-1,8 кОм±5%	1	
Б6	1-R49	ВС-0,125а-3,3 кОм±5%	1	
Б6	1-R50	ВС-0,125а-1,8 кОм±5%	1	
А6	1-R51	ВС-0,125а-1 кОм±5%	1	
А6	1-R52	ВС-0,125а-20 Ом±5%	1	
А6	1-R53	ВС-0,125а-680 Ом±5%	1	
А6	1-R54	ВС-0,125а-680 Ом±5%	1	
А7	1-R55	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±5%	1	
А6	1-R56	МТ-0,25-В-12 Ом±5%-А	1	
А6	1-R57	С2-10-0,25-470 Ом±0,5%	1	
А6	1-R58	С2-10-0,25-470 Ом±0,5%	1	
А7	1-R59	ОМЛТ-0,25-В-220 Ом±10%	1	
А7	1-R60	С2-10-0,25-120 Ом±0,5%	1	
А7	1-R61	ОМЛТ-0,25-В-110 Ом±5%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А7	1-R62	С2-10-0,25-120 Ом±0,5%	1	
А7	1-R63	СП4-1в-470 Ом-А	1	
А7	1-R64	ВС-0,125а-1,3 кОм±5%	1	
А7	1-R65	ВС-0,125а-430 Ом±5%	1	
А7	1-R66	ОМЛТ-0,25-В-6,8 кОм±5%	1	
А7	1-R67	ОМЛТ-0,25-В-15 кОм±5%	1	
А7	1-R68	С2-10-0,25-120 Ом±0,5%	1	
А7	1-R69*	ВС-0,125а-12 кОм±5%	1	10...18 кОм
А7	1-R70	С2-10-0,25-120 Ом±0,5%	1	
А7	1-R71	ОМЛТ-0,25-В-620 Ом±5%	1	
А7	1-R72	С2-10-0,25-В-100 Ом±0,5%	1	
А7	1-R73	ВС-0,125а-3 кОм±5%	1	
А7	1-R74	С2-10-0,25-100 Ом±0,5%	1	
А7	1-R75*	ВС-0,125а-2,2 кОм±5%	1	1,5...3,3 кОм
А6	1-R76	ОМЛТ-0,25-В-1,5 кОм±5%	1	
А6	1-R77	ОМЛТ-0,25-В-330 Ом±5%	1	
Б3	1-R78	ОМЛТ-0,25-В-56 Ом±5%	1	
Б3	1-R79	СП4-1в-1 кОм-А	1	
Б3	1-R80	СП4-1в-220 Ом-А	1	
Б3	1-R81*	ВС-0,125а-1 кОм±5%	1	620 Ом... ...1,5 кОм
Б3	1-R82	С2-10-0,25-768 Ом±0,5%	1	
Б3	1-R83	С2-10-0,25-210 Ом±0,5%	1	
Б3	1-R84	ОМЛТ-0,25-В-220 кОм±10%	1	
Б3	1-R85	С2-14-0,25-1 МОм±0,5%-Б	1	
Б3	1-R86	С2-10-0,25-68,1 Ом±0,5%	1	
Б3	1-R87	ВС-0,125а-820 Ом±5%	1	
Б3	1-R88*	ВС-0,125а-330 Ом±5%	1	200... ...430 Ом
Б3	1-R89	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	
Б3	1-R90	ВС-0,125а-180 Ом±5%	1	
Б4	1-R91	ВС-0,125а-51 Ом±5%	1	
Б3	1-R92	ВС-0,125а-390 Ом±5%	1	
Б4	1-R93	ВС-0,125а-5 кОм±5%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
Б4	1-R94	СП4-1в-470 Ом-А	1	
Б4	1-R95	ВС-0,125а-1,8 кОм±5%	1	
Б4	1-R96	ВС-0,125а-130 Ом±5%	1	
Б4	1-R97	ВС-0,125а-2,7 кОм±5%	1	
Б4	1-R98	МТ-0,25-В-10 Ом±5%-А	1	
Б4	1-R99	ТВО-0,25-4,7 Ом±5%	1	
Б4	1-R100	С2-10-0,25-365 Ом±0,5%	1	
Б4	1-R101	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±5%	1	
Б4	1-R102	ВС-0,125а-330 Ом±10%	1	
А6	1-R103	ВС-0,125а-56 Ом±5%	1	
А5	1-R104*	ВС-0,125а-82 кОм±5%	1	68... ...100 кОм
А6	1-R105	ОМЛТ-0,25-В-620 Ом±5%	1	
А5	1-R106	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±5%	1	
Б5	1-R107	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±5%	1	
Б5	1-R108*	ВС-0,125а-1,6 кОм±5%	1	1,3...2 кОм
Б5	1-R109	ВС-0,125а-1,6 кОм±5%	1	
Б5	1-R110	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±5%	1	
Б5	1-R111	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±5%	1	
Б6	1-R112	ОМЛТ-0,25-В-620 Ом±5%	1	
А6	1-R113	ВС-0,125а-56 Ом±5%	1	
Б6	1-R114	ВС-0,125а-220 Ом±5%	1	
Б6	1-R115	ВС-0,125а-120 Ом±5%	1	
Б6	1-R116	ВС-0,125а-180 Ом±5%	1	
Б6	1-R117	ОМЛТ-0,25-В-15 кОм±10%	1	
Б6	1-R118	ОМЛТ-0,25-В-680 Ом±10%	1	
Б6	1-R119	ВС-0,125а-33 Ом±5%	1	
Б6	1-R120	ВС-0,125а-180 Ом±5%	1	
Б6	1-R121	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±5%	1	
Б7	1-R122	ОМЛТ-0,25-В-68 кОм±10%	1	
Б6	1-R123	ВС-0,125а-120 Ом±5%	1	
Б7	1-R124	ОМЛТ-0,25-В-3,6 кОм±10%	1	
Б7	1-R125	ОМЛТ-0,25-В-2,2 кОм±10%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
		Конденсаторы КТ2-18, КТ2-19 **Конденсаторы КТ-1 ГОСТ 23385-78** **Конденсаторы КМ-4а, КМ-5а** **Конденсаторы КСОТ-1** **Конденсаторы К53-4** **Конденсаторы К50-20**		
А3	1-С1	КТ2-19 1,9/15 пФ	1	
А3	1-С2	КТ-1-М47-39 пФ±10%-3	1	
А3	1-С3	КТ2-19 1,9/15 пФ	1	
А3	1-С4	Конденсатор И24.649.004-2Сп	1	
А3	1-С5	КТ2-19 1,9/15 пФ	1	
А3	1-С6	КТ2-18 1,5/10 пФ	1	
А3	1-С7	КТ-1-М47-12 пФ±10%-3	1	
А3	1-С8	Конденсатор И24.640.003Сп	1	
А3	1-С9	КТ2-19 1,9/15 пФ	1	
А3	1-С10	КМ-5а-Н90-0,015 мкФ	1	
А3	1-С11	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А3	1-С12	К53-4-6-68 мкФ±20%	1	
А4	1-С13	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А4	1-С14	КМ-5а-М1500-1500 пФ±10%	1	
А4	1-С15	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
А4	1-С16	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
А4	1-С17	КМ-5а-М1500-1500 пФ±10%	1	
А4	1-С18	КТ-1-М47-2,7 пФ±0,4-3	1	
А4	1-С19	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
А4	1-С20	К50-20-160-2	1	
А4	1-С21	КМ-5а-М1500-1500 пФ±10%	1	
Б6	1-С22	КМ-5а М47-91 пФ±10%	1	
Б6	1-С24	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
Б6	1-С25	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
А7	1-С26	КМ-5а-М1500-3600 пФ±10%	1	
А7	1-С27	КТ-1-М47-12 пФ±10%-3	1	
А7	1-С29	КТ-1-М47-12 пФ±10%-3	1	
А7	1-С30*	КТ-1-М47-27 пФ±10%-3	1	18...39 пФ

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А7	1-С31	КТ-1-М47-16 пФ±10%-3	1	
А4	1-С32*	КТ-1-М47-20 пФ±10%-3	1	16...33 пФ
А4	1-С33*	КТ-1-М47-39 пФ±10%-3	1	33...68 пФ
А6	1-С34	КМ-5а-М1500-1500 пФ±10%	1	
Б3	1-С35	КТ2-19 1,9/15 пФ	1	
Б3	1-С36	КТ-1-М47-39 пФ±10%-3	1	
Б3	1-С37	КТ2-19 1,9/15 пФ	1	
Б3	1-С38	Конденсатор И24.649.004-2Сп	1	
Б3	1-С39	КТ2-19 1,9/15 пФ	1	
Б3	1-С40	КТ2-18 1,5/10 пФ	1	
Б3	1-С41	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
Б3	1-С42	КТ-1-М47-12 пФ±10%-3	1	
Б3	1-С43	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
Б3	1-С44	КТ2-19 1,9/15 пФ	1	
Б3	1-С45	Конденсатор И24.649.003Сп	1	
Б3	1-С46	КМ-5а-Н30-0,015 мкФ	1	
Б3	1-С47	К53-4-6-68 мкФ±20%	1	
Б3	1-С48	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б3	1-С49	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б4	1-С50	КМ-5а-М1500-1500 пФ±10%	1	
Б4	1-С51	КМ-4а-Н30-0,033 мкФ	1	
Б4	1-С52	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
Б4	1-С53	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
Б4	1-С54	КМ-5а-М1500-1500 пФ±10%	1	
Б4	1-С55	КТ-1-М47-2,2 пФ±0,4-3	1	
Б4	1-С56	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
Б4	1-С57	К50-20-160-2	1	
Б4	1-С58	КТ-1-М47-10 пФ±10%-3	1	
Б5	1-С60	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
Б5	1-С61	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
Б6	1-С63	КСОТ-1-250-Г-270 пФ±10%	1	
Б6	1-С64	КМ-4а-Н30-0,01 мкФ	1	
Б6	1-С65	КМ-5а-М47-180 пФ±10%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
Б4	1-С66*	КТ-1-М47-20 пФ±10%-3	1	16...33 пФ
Б4	1-С67*	КТ-1-М47-47 пФ±10%-3	1	33...68 пФ
А3	1-L3	Индуктивность	1	констр.
Б3	1-L7	Индуктивность	1	констр.
А3	1-Л1	Индикатор ИНС-1	1	
А3	1-Л2	Лампа 6С51Н-В	1	
Б3	1-Л3	Индикатор ИНС-1	1	
Б3	1-Л4	Лампа 6С51Н-В	1	
А5	1-Тр1	Трансформатор И24.130.143Сп	1	
Б5	1-Тр2	Трансформатор И24.130.143Сп	1	
Б5	1-Тр3	Трансформатор И24.130.143Сп	1	
Б6	1-Тр4	Трансформатор И24.730.142Сп	1	
		ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ		
А3	1-Д1	Д818Б	1	
А3	1-Д2	2Д503Б	1	
А3	1-Д3	2Д503Б	1	
А4	1-Д4	2С156А	1	
А4	1-Д5	2Д503А	1	
А5	1-Д6÷1-Д9	2Д503Б	4	
А6	1-Д10÷÷1-Д17	2Д503Б	8	
А6	1-Д18÷÷1-Д19	2Д503А	2	
Б3	1-Д20, 1-Д21	2Д503Б	2	
Б4	1-Д22	2С156А	1	
А5	1-Д23	2Д503Б	1	
Б5	1-Д24, 1-Д25	2Д503Б	2	
А5	1-Д26	2Д503Б	1	
Б5	1-Д27÷÷1-Д30	2Д503Б	4	
Б6	1-Д31÷÷1-Д33	2Д503Б	3	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
		ТРАНЗИСТОРЫ		
*	1-Т1, 1-Т2	2Т316Д	2	*А3, А4
А4	1-Т3, 1-Т4	2Т326Б	2	
А5	1-Т5, 1-Т6	1Т313В	2	
Б6	1-Т7, 1-Т8	2Т306В	2	
Б7	1-Т9	1Т308В	1	
А7	1-Т10, 1-Т11	1Т311Д	2	
*	1-Т12, 1-Т13	2Т316Д	2	*Б3, Б4
Б4	1-Т14	2Т326Б	1	
Б5	1-Т15, 1-Т16	1Т313В	2	
Б6	1-Т17	1Т311Д	1	
Б7	1-Т18	2Т306В	1	
А6	1-Т19	2Т326Б	1	
		Плата И22.089.122 Сп		
		Резисторы С2-10 **Резисторы СП4-1в** **Резисторы ОМЛТ** **Резисторы ВС**		
А7	2-R1	С2-10-0,25-100 Ом±0,5%	1	
А7	2-R3	С2-10-0,25-271 Ом±0,5%	1	
А8	2-R4	ОМЛТ-0,25-В-39 Ом±10%	1	
А8	2-R5	С2-10-0,25-271 Ом±0,5%	1	
А8	2-R6	ОМЛТ-0,25-В-1,2 кОм±5%	1	
А8	2-R7	С2-10-0,25-100 Ом±0,5%	1	
А8	2-R8	ОМЛТ-0,25-В-1,2 кОм±5%	1	
А7	2-R9	С2-10-0,25-100 Ом±0,5%	1	
А7	2-R10	ОМЛТ-0,25-В-220 Ом±10%	1	
А8	2-R11	ВС-0,125а-120 Ом±5%	1	
А8	2-R12	СП4-1в-470 Ом-А	1	
А8	2-R13	ОМЛТ-0,25-В-270 Ом±10%	1	
А8	2-R14	ОМЛТ-0,25-В-39 Ом±5%	1	
А8	2-R15	ОМЛТ-0,25-В-2,2 кОм±10%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А8	2-R16	ОМЛТ-0,25-В-27 Ом±5%	1	
А8	2-R18	С2-10-0,25-100 Ом±0,5%	1	
Б8	2-R19	ОМЛТ-0,25-В-27 Ом±5%	1	
Б7	2-R20	ОМЛТ-0,5-В-430 Ом±5%	1	
Б8	2-R21	ОМЛТ-0,5-В-430 Ом±5%	1	
Б8	2-R22	ВС-0,125а-100 Ом±5%	1	
Б8	2-R23	ОМЛТ-0,5-В-430 Ом±5%	1	
Б8	2-R24	ОМЛТ-0,5-В-430 Ом±5%	1	
Б8	2-R25	ВС-0,125а-100 Ом±5%	1	
Б7	2-R26	ВС-0,125а-100 Ом±10%	1	
Б8	2-R27	ВС-0,125а-100 Ом±10%	1	
А8	2-R28	СП4-1в-100 Ом-А	1	
		Конденсаторы КТ-1 ГОСТ 23385-78 **Конденсаторы КМ-4а, КМ-5а** **Конденсаторы КТ2-18**		
А7	2-С2	КТ-1-М47-8,2 пФ±10%-3	1	
А7	2-С3	КТ-1-М47-8,2 пФ±10%-3	1	
А8	2-С4	КТ-1-М47-8,2 пФ±10%-3	1	
А8	2-С5	КТ-1-М47-8,2 пФ±10%-3	1	
А8	2-С6	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А7	2-С8	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б8	2-С9	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А8	2-С10	КТ-1-М47-5,6 пФ±0,4-3	1	
А8	2-С11	КТ2-18 1,5/10 пФ	1	
А8	2-С12	КТ-1-М47-33 пФ±10%-3	1	
А8	2-С13	КТ2-18 1,5/10 пФ	1	
Б8	2-С14	КТ-1-М47-39 пФ±10%-3	1	
Б8	2-С15	КТ-1-М47-5,1 пФ±0,4-3	1	
Б8	2-С16	КТ-1-М47-5,1 пФ±0,4-3	1	
Б8	2-С17	КТ-1-М47-39 пФ±10%-3	1	
Б8	2-С18	КМ-5а-М47-330 пФ±10%	1	
Б8	2-С19	КМ-5а-М47-330 пФ±10%	1	
А8	2-С21	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А7	2-L1	Индуктивность И24.775.037-2Сп	1	
А8	2-L3	Индуктивность И24.775.037-1Сп	1	
А8	2-L4	Индуктивность И24.775.037-2Сп	1	
Б7	2-L6	Индуктивность	1	констр.
Б8	2-L7	Индуктивность	1	констр.
Б8	2-Тр1	Трансформатор	1	констр.
		ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ		
*	2-Д1, 2-Д2	2С156А	2	*Б7, Б8
		ТРАНЗИСТОРЫ		
*	2-Т1, 2-Т2	1Т311Д	2	*А7, А8
*	2-Т3, 2-Т4	1Т313В	2	*А7, А8
*	2-Т5, 2-Т6	1Т311Д	2	*Б7, Б8
*	2-Т7, 2-Т8	1Т311Д	2	*Б7, Б8
*	2-Т9, 2-Т10	2Т326Б	2	*А7, А8
		Плата И22.089.129 Сп		
		Резисторы ВС **Резисторы МТ, ОМЛТ** **ГОСТ ВД 7113-71** **Резисторы С2-10** **Резисторы СП4-1в** **Резисторы ТВО**		
А9	3-R1	ВС-0,125а-100 Ом±5%	1	
А9	3-R2	ВС-0,125а-1,5 кОм±10%	1	
А9	3-R3	С2-10-0,25-150 Ом±5%	1	
А9	3-R4	СП4-1в-470 Ом-А	1	
А9	3-R5	ВС-0,125а-1 кОм±10%	1	
А9	3-R6	ВС-0,125а-1 кОм±5%	1	
А9	3-R7	ТВО-0,25-4,7 Ом±5%	1	
А9	3-R8	ВС-0,125а-56 Ом±5%	1	
А9	3-R9	С2-10-0,25-388 Ом±0,5%	1	
А9	3-R10	МТ-0,25-В-10 Ом±5%-А	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А9	3-R11	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	
А9	3-R12	ВС-0,125а-56 Ом±5%	1	
А9	3-R13	С2-10-0,25-328 Ом±0,5%	1	
А9	3-R14	ВС-0,125а-1,5 кОм±10%	1	
А9	3-R15	С2-10-0,25-619 Ом±0,5%	1	
А9	3-R16	ВС-0,125а-56 Ом±5%	1	
А9	3-R17	МТ-0,25-В-10 Ом±5%-А	1	
А9	3-R18	ОМЛТ-0,25-В-100 Ом±10%	1	
А9	3-R19	ВС-0,125а-390 Ом±5%	1	
А10	3-R20	ВС-0,125а-220 Ом±5%	1	
А10	3-R21	ОМЛТ-0,25-В-1 МОм±10%	1	
А10	3-R22	ВС-0,125а-220 кОм±10%	1	
А10	3-R23	ВС-0,125а-56 Ом±10%	1	
А10	3-R24	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	
А10	3-R25	ВС-0,125а-2,7 кОм±10%	1	
А10	3-R26	ОМЛТ-0,25-В-1,8 кОм±10%	1	
А10	3-R27	ВС-0,125а-82 Ом±10%	1	
А10	3-R28*	ОМЛТ-0,25-В-1,2 кОм±5%	1	1...1,8 кОм
Б11	3-R29	ОМЛТ-1-В-8,2 кОм±10%	1	
А10	3-R30	ВС-0,125а-4,7 кОм±10%	1	
А10	3-R31*	ВС-0,125а-390 Ом±5%	1	360... ...470 Ом
А10	3-R32	ВС-0,125а-390 Ом±10%	1	
А10	3-R33*	ВС-0,125а-82 Ом±5%	1	68... ...100 Ом
А11	3-R34	ВС-0,125а-1,2 кОм±10%	1	
А10	3-R35	СП4-1в-4,7 кОм-А	1	
А11	3-R36	ВС-0,125а-1,2 кОм±10%	1	
А11	3-R37	ВС-0,125а-56 Ом±10%	1	
А10	3-R38	ОМЛТ-0,25-В-56 Ом±10%	1	
А11	3-R39	ОМЛТ-0,25-В-22 кОм±10%	1	
А11	3-R40	ВС-0,125а-22 Ом±10%	1	
А11	3-R41	ВС-0,125а-27 Ом±10%	1	
А11	3-R42	ВС-0,125а-100 Ом±10%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А11	3-R43	ВС-0,125а-180 Ом±10%	1	
А10	3-R44	ВС-0,125а-3,9 кОм±10%	1	
А11	3-R45	ОМЛТ-0,5-В-18 кОм±10%	1	
А11	3-R46	ВС-0,125а-27 кОм±10%	1	
А11	3-R47	ОМЛТ-0,25-В-100 кОм±10%	1	
А11	3-R48	ВС-0,125а-33 кОм±10%	1	
А11	3-R49	ВС-0,125а-270 Ом±5%	1	
А11	3-R50	ВС-0,125а-10 кОм±5%	1	
А11	3-R51	ВС-0,125а-2,4 кОм±10%	1	
А11	3-R52	ВС-0,125а-1,5 кОм±5%	1	
А11	3-R53	МТ-0,25-В-47 Ом±10%-А	1	
Б9	3-R54	ВС-0,125а-6,2 кОм±10%	1	
Б9	3-R55	ВС-0,125а-5,6 кОм±5%	1	
Б9	3-R56*	ВС-0,125а-4,7 кОм±10%	1	3,9... ...5,6 кОм
Б10	3-R57	ВС-0,125а-470 кОм±5%	1	
Б10	3-R58	ВС-0,125а-2,2 кОм±10%	1	
Б10	3-R59	ВС-0,125а-100 Ом±10%	1	
Б10	3-R60*	ВС-0,125а-180 Ом±5%	1	120... ...220 Ом
Б9	3-R61	ВС-0,125а-1,2 кОм±5%	1	
Б9	3-R62*	ВС-0,125а-150 Ом±5%	1	120... ...180 Ом
Б10	3-R63	ВС-0,125а-5,6 кОм±5%	1	
Б10	3-R64	ВС-0,125а-390 Ом±5%	1	
Б10	3-R65	ВС-0,125а-2,2 кОм±5%	1	
Б9	3-R66	ВС-0,125а-22 кОм±10%	1	
Б9	3-R67	ВС-0,125а-56 Ом±5%	1	
Б10	3-R68	ВС-0,125а-2,7 кОм±5%	1	
Б10	3-R69	ВС-0,125а-820 Ом±5%	1	
Б10	3-R70	ВС-0,125а-56 Ом±10%	1	
Б10	3-R71	ВС-0,125а-820 Ом±5%	1	
Б10	3-R72	ВС-0,125а-430 Ом±5%	1	
Б10	3-R73	ОМЛТ-0,25-В-1,2 кОм±5%	1	
Б10	3-R74	ОМЛТ-0,25-В-1,2 кОм±5%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
Б10	3-R75	ВС-0,125а-68 Ом±10%	1	
Б10	3-R76	ВС-0,125а-5,6 кОм±5%	1	
Б10	3-R77	ВС-0,125а-680 Ом±5%	1	
Б10	3-R78	ОМЛТ-0,5-В-270 Ом±5%	1	
Б10	3-R79	ВС-0,125а-330 Ом±10%	1	
Б10	3-R80	ВС-0,125а-56 Ом±10%	1	
Б10	3-R81	ВС-0,125а-2,2 кОм±10%	1	
Б11	3-R82	ОМЛТ-1-В-12 кОм±5%	1	
Б11	3-R83	ВС-0,125а-4,7 кОм±10%	1	
Б11	3-R84	ВС-0,125а-10 кОм±10%	1	
Б11	3-R85	ВС-0,125а-15 кОм±5%	1	
Б11	3-R86	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	
Б11	3-R87	ОМЛТ-0,25-В-22 кОм±10%	1	
Б11	3-R88	ОМЛТ-0,25-В-3 МОм±10%	1	
Б11	3-R89	ОМЛТ-0,25-В-4,7 кОм±10%	1	
Б11	3-R90	ОМЛТ-0,25-В-130 Ом±5%	1	
Б11	3-R91	ВС-0,125а-180 Ом±10%	1	
Б11	3-R92	ВС-0,125а-3,6 кОм±10%	1	
Б12	3-R93	ВС-0,125а-100 Ом±10%	1	
А9	3-R94	ОМЛТ-0,25-В-27 Ом±5%	1	
Б11	3-R95	С2-14-0,25-117 кОм±0,5%-Б	1	
Б11	3-R96	ОМЛТ-0,25-В-56 Ом±5%	1	
Б11	3-R97	С2-14-0,25-50,5 кОм±0,5%-Б	1	
Б11	3-R98	ВС-0,125а-100 Ом±10%	1	
Б12	3-R99	ВС-0,125а-5,6 кОм±5%	1	
Б12	3-R100	ВС-0,125а-330 Ом±10%	1	
Б11	3-R101	СП4-1в-4,7 кОм-А	1	
Б12	3-R102	ОМЛТ-1-В-5,6 кОм±5%	1	
Б12	3-R103	ВС-0,125а-100 Ом±10%	1	
Б12	3-R104	ВС-0,125а-3,6 кОм±5%	1	
Б12	3-R105	СП4-1в-680 Ом-А	1	
Б12	3-R106	С2-10-0,25-2,7 кОм±0,5%	1	
Б10	3-R107*	ВС-0,125а-5,6 кОм±5%	1	4,7... ...6,8 кОм

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
Б11	3-R108	С2-14-0,25-50,5 кОм±0,5%-Б	1	
Б9	3-R109	ОМЛТ-0,25-В-39 Ом±10%	1	
		Конденсаторы КМ-3а, КМ-4а, КМ-5а **Конденсаторы К53-4** **Конденсаторы КТ-1 ГОСТ 23385-78** **Конденсаторы КМ-6**		
А9	3-С1	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
А9	3-С2	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
А9	3-С3	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
А9	3-С4	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
А9	3-С5*	КТ-1-М47-22 пФ±10%-3	1	12...33 пФ Устанавливается при необходимости.
А9	3-С6	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
А10	3-С7	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
А10	3-С8	КМ-4а-Н30-0,01 мкФ	1	
А10	3-С9	КМ-4а-Н30-0,033 мкФ	1	
А10	3-С10	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
А10	3-С11	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А10	3-С12	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А10	3-С13	КМ-5а-Н90-0,015 мкФ	1	
А10	3-С14	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
А10	3-С15	КМ-5а-Н90-0,015 мкФ	1	
А11	3-С16	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
А11	3-С17	КТ-1-М47-47 пФ±10%-3	1	
А11	3-С18	КТ-1-М750-100 пФ±10%-3	1	
А11	3-С19	КТ-1-М47-68 пФ±10%-3	1	
А11	3-С20	К53-4-20-3,3 мкФ±10%	1	
Б9	3-С21	К53-4-15-15 мкФ±10%	1	
А11	3-С22	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б11	3-С23	К53-4-15-15 мкФ±10%	1	
Б10	3-С24	КМ-5а-М47-470 пФ±10%	1	
А10	3-С25	КМ-4а-Н30-0,033 мкФ	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
Б9	3-С26	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б10	3-С27	КТ-1-М47-47 пФ±10%-3	1	
Б10	3-С28	КМ-5а-М47-470 пФ±10%	1	
Б10	3-С29	КМ-5а-М47-470 пФ±10%	1	
Б10	3-С30	КТ-1-М47-15 пФ±10%-3	1	
Б10	3-С31	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б10	3-С32	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б11	3-С33	КТ-1-М750-100 пФ±10%-3	1	
Б11	3-С34	КМ-4а-Н30-0,033 мкФ	1	
Б11	3-С35	КМ-4а-М47-470 пФ±10%	1	
Б11	3-С36	КМ-3а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б11	3-С38	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б11	3-С39	К53-4-20-15 мкФ±10%	1	
Б11	3-С40	КМ-4а-М47-470 пФ±10%	1	
Б11	3-С41	КМ-6-Н90-1 мкФ	1	
Б12	3-С43	КМ-4а-Н30-0,033 мкФ	1	
Б11	3-С44	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
Б12	3-С45	КТ-1-М47-6,8 пФ±10%-3	1	
Б12	3-С46	КТ-1-М47-18 пФ±10%-3	1	
А10	3-С47	К53-4-15-10 мкФ±10%	1	
Б11	3-С48	СГМ3-А-а-Г-3900 пФ±1%	1	
А9	3-L1	Индуктивность И24.775.037-3Сп	1	
А10	3-L2, 3-L3	Индуктивность	2	констр.
А10	3-L4	Индуктивность И24.775.036Сп	1	
А11	3-L5	Индуктивность И24.777.207Сп	1	
Б9	3-L6	Индуктивность	1	констр.
Б11	3-L7	Индуктивность	1	констр.
Б12	3-L8	Индуктивность	1	констр.
А10	3-L9	Индуктивность	1	констр.
А10	3-Л1	Индикатор ИНС-1	1	
А10	3-Л2	Лампа 6С51Н-В	1	
Б11	3-Л3	Индикатор ИНС-1	1	
Б12	3-Л4	Лампа 6С51Н-В	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
Б11	3-Др1	Дроссель высокочастотный ДМ-0,1-240 мкГн±5%-В	1	
А11	3-Тр1	Трансформатор И24.730.122Сп	1	
		ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ		
А9	3-Д1	2Д503А	1	
А9	3-Д2, 3-Д3	2С156А	2	
А10	3-Д4÷3-Д6	2Д503Б	3	
А10	3-Д7	2С156А	1	
А10	3-Д8÷3-Д11	2Д503Б	4	
А11	3-Д12	3И306Ж	1	
А11	3-Д13, 3-Д14	2Д503А	2	
Б10	3-Д15	2Д503Б	1	
Б10	3-Д16	3И306Р	1	
А11	3-Д17, 3-Д18	2Д503А	2	
Б9	3-Д19, 3-Д20	2Д503А	2	
Б10	3-Д21÷÷3-Д23	2Д503А	3	
Б9	3-Д24, 3-Д25	2Д503А	2	
Б11	3-Д26÷÷3-Д28	2Д503Б	3	
Б11	3-Д29÷÷3-Д33	2Д503А	5	
Б11	3-Д34	Д814Д	1	
Б11	3-Д35	2Д503Б	1	
Б11	3-Д36	2Д503Б	1	
Б11	3-Д37	2Д503Б	1	
Б12	3-Д38	2Д503Б	1	
Б12	3-Д39	Д18	1	
Б11	3-Д40	2Д503А	1	
Б12	3-Д41	2С170А	1	
Б11	3-А1	Микросхема 140УД2	1	
		ТРАНЗИСТОРЫ		
А9	3-Т1	2Т316Б	1	
А9	3-Т2	2Т326Б	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А9	3-Т3	2Т326Б	1	
А9	3-Т4	2Т316Б	1	
А10	3-Т5	2Т316Д	1	
А10	3-Т6	2Т316Д	1	
А11	3-Т7	1Т313В	1	
А11	3-Т8	1Т313В	1	
А11	3-Т9	2Т312Б	1	
А11	3-Т10	2Т326Б	1	
А11	3-Т11	2Т312Б	1	
Б10	3-Т12	2Т326Б	1	
Б10	3-Т13	2Т326Б	1	
Б10	3-Т14	2Т326Б	1	
Б10	3-Т15	2Т312Б	1	
Б10	3-Т16	2Т312Б	1	
Б11	3-Т17	МП26А	1	
Б11	3-Т19	2Т326Б	1	
Б12	3-Т20	2Т326Б	1	
Б12	3-Т23	2Т312Б	1	
Б10	3-Т24	2Т201А	1	
		Плата И22.089.124 Сп		
		Резисторы МТ, ОМЛТ ГОСТ ВД 7113-71 Резисторы ВС Резисторы ПЭВ ГОСТ 6513-66		
А20	4-R1	МТ-0,25-В-47 Ом±10%-А	1	
А20	4-R2	ОМЛТ-2-В-3,3 кОм±10%	1	
А19	4-R4	ОМЛТ-2-В-5,1 кОм±10%	1	
А19	4-R5	ВС-0,125а-100 Ом±10%	1	
А20	4-R6	МТ-0,25-В-10 Ом±5%-А	1	
А20	4-R7	ВС-0,125а-2,2 кОм±10%	1	
А20	4-R8	ВС-0,5а-30 кОм±5%	1	
А20	4-R9	ВС-0,125а-1 кОм±10%	1	
А19	4-R10	ВС-0,125а-82 кОм±10%	1	
А20	4-R11	ОМЛТ-0,5-В-22 кОм±5%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А20	4-R12	ВС-0,125а-3,3 кОм±5%	1	
А19	4-R13	ВС-0,125а-68 Ом±10%	1	
А19	4-R14	МТ-0,25-В-10 Ом±5%-А	1	
А19	4-R15	ВС-0,125а-3,3 кОм±10%	1	
А19	4-R16	ВС-0,125а-47 кОм±10%	1	
А20	4-R17	ВС-0,125а-47 Ом±10%	1	
А19	4-R18*	ВС-0,125а-1,2 кОм±5%	1	1...1,5 кОм
А19	4-R19	ВС-0,125а-100 Ом±5%	1	
А19	4-R20	ВС-0,125а-47 Ом±10%	1	
А20	4-R21	ПЭВ-10-3,3 кОм±5%	1	
		Конденсаторы КМ-3а, КМ-4а, КМ-5а Конденсаторы КТ-1 ГОСТ 23385-78		
А20	4-С1	КМ-4а-Н30-0,047 мкФ	1	
А20	4-С2	КМ-3а-Н30-0,022 мкФ	1	
А20	4-С4	КМ-5а-Н30-0,033 мкФ	1	
А20	4-С5	Конденсатор И24.649.004-2Сп	1	
А20	4-С6	КТ-1-М47-1 пФ±0,4-3	1	
А20	4-С7	КМ-4а-Н30-0,033 мкФ	1	
А20	4-С8	КМ-5а-Н30-0,015 мкФ	1	
А19	4-С9	КМ-5а-Н30-0,015 мкФ	1	
		ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ		
А20	4-Д1	Д814Г	1	
А20	4-Д2	2Д503Б	1	
А20	4-Д5	2Д503Б	1	
А20	4-Д6	2Д503Б	1	
		ТРАНЗИСТОРЫ		
А20	4-Т1	2Т602Б	1	
А20	4-Т2	2Т306В	1	
А20	4-Т3	2Т306В	1	
А20	4-Т4	2Т602Б	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
		Плата И22.089.127 Сп		
		Резисторы ОМЛТ ГОСТ ВД 7113-71 **Резисторы ВС** **Резисторы СП4-1в** **Резисторы СП5-16ВА**		
А14	5-R1	ОМЛТ-0,25-В-1 МОм±10%	1	
А13	5-R2	ОМЛТ-0,25-В-220 кОм±10%	1	
А13	5-R3	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	
А13	5-R4	ВС-0,125а-56 Ом±10%	1	
А13	5-R5	ОМЛТ-0,25-В-1,8 кОм±10%	1	
А13	5-R6	ОМЛТ-0,25-В-15 кОм±10%	1	
А13	5-R7	ВС-0,125а-3,3 кОм±10%	1	
А13	5-R8	ОМЛТ-0,25-В-18 кОм±10%	1	
А13	5-R9	ОМЛТ-0,25-В-3,3 кОм±10%	1	
А14	5-R10	ВС-0,125а-82 Ом±10%	1	
А14	5-R11*	ОМЛТ-0,25-В-1,2 кОм±10%	1	1...1,5 кОм
А14	5-R12	ВС-0,125а-330 Ом±10%	1	
А14	5-R14	ВС-0,125а-1,2 кОм±10%	1	
А14	5-R15	ВС-0,125а-1,2 кОм±10%	1	
А14	5-R16	СП4-1в-4,7 кОм-А	1	
А14	5-R17	ВС-0,125а-390 Ом±5%	1	
А14	5-R18*	ВС-0,125а-82 Ом±5%	1	68...100 Ом
А14	5-R19	ВС-0,125а-4,7 кОм±5%	1	
А14	5-R20	ВС-0,125а-56 Ом±10%	1	
А14	5-R21	ОМЛТ-0,5-В-22 кОм±10%	1	
А14	5-R22	ВС-0,125а-22 Ом±5%	1	
А14	5-R23	ВС-0,125а-180 Ом±5%	1	
А14	5-R24	ВС-0,125а-3,9 кОм±5%	1	
А14	5-R25	ВС-0,125а-27 Ом±5%	1	
А14	5-R26	ВС-0,125а-220 Ом±10%	1	
А13	5-R27	ВС-0,125а-18 кОм±10%	1	
А14	5-R28	ВС-0,125а-3,0 кОм±5%	1	
А13	5-R29	ВС-0,125а-3,3 кОм±10%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А14	5-R30	ОМЛТ-0,5-В-5,1 кОм±5%	1	
А14	5-R31*	С2-10-0,25-47 Ом±1%	1	42,2... ...51,1 Ом
А14	5-R32	ВС-0,125а-2 кОм±5%	1	
А13	5-R33	ВС-0,125а-6,8 кОм±5%	1	
А13	5-R34	СП4-1в-4,7 кОм-А	1	
А13	5-R35	ВС-0,125а-820 кОм±5%	1	
А15	5-R36	ВС-0,125а-3,3 кОм±10%	1	
А15	5-R37	ВС-0,125а-100 Ом±5%	1	
А14	5-R38*	ВС-0,125а-510 Ом±5%	1	430... ...620 Ом
А15	5-R39	ВС-0,125а-680 Ом±10%	1	
А15	5-R40	ВС-0,125а-1,2 кОм±10%	1	
А15	5-R41	ВС-0,125а-18 кОм±5%	1	
А15	5-R42*	ВС-0,125а-1,6 кОм±5%	1	1,2... ...1,8 кОм
А15	5-R43	ВС-0,125а-820 Ом±5%	1	
Б15	5-R44	ВС-0,125а-2,7 кОм±5%	1	
А15	5-R45	ВС-0,125а-3,9 кОм±5%	1	
А15	5-R46	ВС-0,125а-100 Ом±10%	1	
А15	5-R47*	ВС-0,125а-180 Ом±10%	1	120... ...270 Ом
А15	5-R48	ВС-0,125а-27 кОм±5%	1	
А15	5-R49	ВС-0,125а-2,2 кОм±5%	1	
А15	5-R50	ВС-0,125а-56 Ом±10%	1	
А15	5-R51	ВС-0,125а-680 Ом±5%	1	
А15	5-R52	ВС-0,125а-390 Ом±5%	1	
А15	5-R53	ВС-0,125а-2,2 кОм±5%	1	
А15	5-R54	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±5%	1	
А15	5-R55	ВС-0,125а-2,2 кОм±5%	1	
А15	5-R56	ВС-0,125а-430 Ом±5%	1	
А15	5-R57	ОМЛТ-0,25-В-1,2 кОм±10%	1	
А15	5-R58	ОМЛТ-0,25-В-1,2 кОм±10%	1	
А15	5-R59	ОМЛТ-0,25-В-2,2 кОм±10%	1	
А15	5-R60	ОМЛТ-0,5-В-820 Ом±5%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А15	5-R61	ВС-0,125а-68 Ом±10%	1	
А15	5-R62	ОМЛТ-0,5-В-15 кОм±5%	1	
А15	5-R63	СП5-16ВА-0,25-470 Ом 5%	1	
А15	5-R64	ВС-0,125а-56 Ом±5%	1	
Б16	5-R65	ОМЛТ-0,25-В-330 Ом±10%	1	
А15	5-R66	ВС-0,125а-180 Ом±10%	1	
А16	5-R67	ОМЛТ-0,5-В-10 кОм±10%	1	
А16	5-R68	ВС-0,125а-3,6 кОм±10%	1	
А16	5-R69	ВС-0,125а-100 Ом±10%	1	
А16	5-R70	ОМЛТ-0,25-В-33 кОм±10%	1	
А16	5-R71	ВС-0,125а-5,1 кОм±5%	1	
А16	5-R72	ВС-0,125а-100 Ом±10%	1	
Б16	5-R73	ОМЛТ-0,25-В-82 кОм±10%	1	
А16	5-R74	ОМЛТ-1-В-5,6 кОм±5%	1	
А16	5-R75	ВС-0,125а-5,6 кОм±10%	1	
А16	5-R76	ВС-0,125а-56 Ом±10%	1	
А16	5-R77	ВС-0,125а-3,6 кОм±5%	1	
Б13	5-R78	ВС-0,125а-100 кОм±10%	1	
Б13	5-R79	ВС-0,125а-6,2 кОм±10%	1	
Б13	5-R80	ВС-0,125а-56 Ом±10%	1	
Б13	5-R81	ВС-0,125а-56 Ом±10%	1	
Б13	5-R82	ВС-0,125а-3,3 кОм±5%	1	
Б13	5-R83*	ВС-0,125а-3,6 кОм±5%	1	3,3...4,7 кОм
Б13	5-R84	ВС-0,125а-2,7 кОм±10%	1	
Б13	5-R85	ВС-0,125а-2,4 кОм±5%	1	
Б13	5-R86	ВС-0,125а-2,4 кОм±5%	1	
Б14	5-R87	ОМЛТ-1-В-10 кОм±5%	1	
Б14	5-R88	ОМЛТ-1-В-10 кОм±5%	1	
Б14	5-R89	ВС-0,125а-15 кОм±5%	1	
Б14	5-R90	ОМЛТ-0,5-В-15 кОм±5%	1	
Б14	5-R91	ОМЛТ-0,5-В-15 кОм±5%	1	
Б14	5-R92	ВС-0,125а-15 кОм±5%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
Б14	5-R93	ОМЛТ-0,25-В-1,3 кОм±5%	1	
Б14	5-R96	ОМЛТ-0,25-В-1,3 кОм±5%	1	
А16	5-R97	ВС-0,125а-56 Ом±5%	1	
Б14	5-R98	ВС-0,125а-110 Ом±10%	1	
Б14	5-R100	ВС-0,125а-10 кОм±10%	1	
Б14	5-R101	СП4-1в-22 кОм-А	1	
Б14	5-R102	ВС-0,125а-10 кОм±10%	1	
Б14	5-R103	ВС-0,125а-47 кОм±10%	1	
Б14	5-R104	ВС-0,125а-47 кОм±10%	1	
Б14	5-R105	ОМЛТ-1-В-20 кОм±5%	1	
Б14	5-R106	ОМЛТ-1-В-20 кОм±5%	1	
Б15	5-R107	ВС-0,125а-1,3 кОм±5%	1	
Б15	5-R108	ВС-0,125а-560 Ом±10%	1	
Б15	5-R109	ВС-0,125а-560 Ом±10%	1	
Б15	5-R110	ВС-0,125а-1,3 кОм±5%	1	
А16	5-R111	СП5-16ВА-0,25-2,2 кОм 5%	1	
А16	5-R112	СП5-16ВА-0,25-2,2 кОм 5%	1	
		Конденсаторы КМ-4а, КМ-5а **Конденсаторы КМ-6** **Конденсаторы К53-4** **Конденсаторы КТ-1 ГОСТ 23385-78** **Конденсаторы КТ-4**		
А13	5-С1	КМ-4а-Н30-0,01 мкФ	1	
А14	5-С2	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
А13	5-С3	КМ-4а-Н30-0,033 мкФ	1	
А13	5-С4	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А13	5-С5	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А13	5-С6	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А14	5-С7	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А14	5-С8	КМ-5а-Н90-0,015 мкФ	1	
А14	5-С9	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
А14	5-С10	КМ-5а-Н90-0,015 мкФ	1	
А14	5-С11	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	

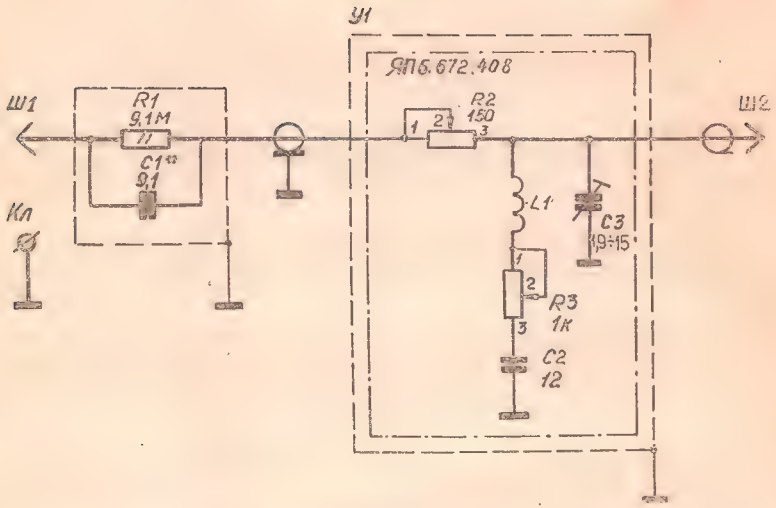
Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А14	5-С12	КТ-1-М47-47 пФ±10%-3	1	
А14	5-С13	КМ-5а-Н90-0,1 мкФ	1	
А14	5-С14	КТ-1-М47-68 пФ±10%-3	1	
А16	5-С15	КМ-4а-Н30-0,033 мкФ	1	
А14	5-С16	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А13	5-С17	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А15	5-С18	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А15	5-С19	КМ-5а-М1500-1500 пФ±10%	1	
А15	5-С20	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А15	5-С21	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А15	5-С22	КМ-5а-М47-470 пФ±10%	1	
Б15	5-С23	КМ-5а-М47-470 пФ±10%	1	
А15	5-С24	КМ-5а-М47-470 пФ±10%	1	
Б14	5-С25	К53-4-15-15 мкФ±10%	1	
А15	5-С26	КТ-1-М47-47 пФ±10%-3	1	
А15	5-С27	КТ-1-М47-15 пФ±10%-3	1	
А15	5-С28	К53-4-15-68 мкФ±20%	1	
А15	5-С29	К53-4-15-68 мкФ±20%	1	
А15	5-С30	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А15	5-С31	КТ-1-М750-100 пФ±10%-3	1	
А16	5-С32	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
А16	5-С33	КТ-1-М47-3,3 пФ±0,4-3	1	
А14	5-С34	К53-4-15-15 мкФ±20%	1	
Б13	5-С35	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б13	5-С36	КМ-4а-Н30-0,022 мкФ	1	
Б14	5-С37	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
Б14	5-С38	Конденсатор КТ4-25б-250 В-0,4/2 пФ-М75-В	1	
Б14	5-С39	Конденсатор КТ4-25б-250 В-0,4/2 пФ-М75-В	1	
Б15	5-С40	К53-4-15-1 мкФ±20%	1	
Б14	5-С41	К53-4-15-15 мкФ±20%	1	
А15	5-С44	КМ-6-Н90-1 мкФ	1	
А15	5-С45	КМ-6-Н90-1 мкФ	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
Б14	5-С46	КМ-4а-Н30-0,033 мкФ	1	
А14	5-L1	Индуктивность	1	констр.
А14	5-L2	Индуктивность	1	„
А14	5-L3	Индуктивность И24.775.036Сп	1	
Б14	5-L4	Индуктивность	1	констр.
А16	5-L5	Индуктивность	1	„
А14	5-L6	Индуктивность	1	„
Б14	5-L7	Индуктивность	1	„
Б15	5-L8	Индуктивность	1	„
Б14	5-L9	Индуктивность	1	„
А15	5-L10	Индуктивность	1	„
Б15	5-L11	Индуктивность	1	„
А13	5-Л1	Индикатор ИНС-1	1	
А13	5-Л2	Лампа 6С51Н-В	1	
А16	5-Л3	Лампа 6С51Н-В	1	
А14	5-Тр1	Трансформатор И24.730.122Сп	1	
		ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ		
А13	5-Д1	2С156А	1	
А13	5-Д2	2Д503Б	1	
А13	5-Д3, 5-Д4	2Д503А	2	
А13	5-Д5	2Д503Б	1	
А13	5-Д6	2Д503А	1	
А13	5-Д7÷5-Д9	2Д503Б	3	
А14	5-Д10, 5-Д11	2Д503Б	2	
А14	5-Д12	3И306Ж	1	
А14	5-Д13	2Д503А	1	
А14	5-Д14	3И306Ж	1	
А14	5-Д15, 5-Д16	2Д503Б	2	
А15	5-Д17	2Д503А	1	
А15	5-Д18	3И306Р	1	
А15	5-Д19÷ ÷5-Д21	2Д503Б	3	
А16	5-Д22	2Д503Б	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
А16	5-Д23, 5-Д24	2Д503А	2	
А16	5-Д25, 5-Д26	2Д503А	2	
Б15	5-Д27	2Д503А	1	
*	5-Д28, 5-Д29	2Д503Б	2	*А15, А16
А16	5-Д30	2Д503А	1	
Б14	5-Д31÷÷5-Д34	2Д503Б	4	
А16	5-Д35	Д814Д	1	
А16	5-Д36	Д18	1	
		ТРАНЗИСТОРЫ		
*	5-Т1, 5-Т2	2Т316Д	2	*А13, А14
А14	5-Т3	1Т313В	1	
А14	5-Т4	2Т312Б	1	
А14	5-Т5	2Т312А	1	
А14	5-Т6	2Т312Б	1	
А15	5-Т7	2Т316Б	1	
А15	5-Т8, 5-Т9	2Т326Б	2	
А15	5-Т10, 5-Т11	2Т312Б	2	
А15	5-Т12, 5-Т13	2Т326Б	2	
А16	5-Т14	2Т326Б	1	
А16	5-Т15	2Т312Б	1	
Б13	5-Т16	2Т325Б	1	
Б13	5-Т17	2Т306В	1	
Б14	5-Т18, 5-Т19	2Т326Б	2	
Б15	5-Т20, 5-Т21	1Т313В	2	
		Плата И22.089.123Сп		
		РЕЗИСТОРЫ		
А18	9-R1, 9-R2	ОМЛТ-0,25-В-100 кОм±10%	2	
		ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ		
А17	9-Д1÷9-Д4	Д237А	4	
А18	9-Д5÷9-Д8	Д237А	4	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
		Плата И22.089.126 Сп		
		Резисторы ОМЛТ **Резисторы ПТМН** **Резисторы С5-14В** **Резисторы СП5-2**		
Б17	10-R1	ОМЛТ-2-В-3,9 кОм±10%	1	
Б17	10-R2	ОМЛТ-0,25-В-22 кОм±10%	1	
Б17	10-R3	С5-14В-0,5 вт 1,5 Ом 5%	1	
Б18	10-R4*	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	680 Ом... ...1,2 кОм
Б18	10-R5	ОМЛТ-0,5-В-27 кОм±10%	1	
Б18	10-R6	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	
Б18	10-R7	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±10%	1	
Б18	10-R8	ПТМН-0,5-82 кОм±1%	1	
Б18	10-R9	ПТМН-0,5-18 кОм±1%	1	
Б18	10-R10	СП5-2 4,7 кОм 10%	1	
Б18	10-R11	ПТМН-0,5-1,8 кОм±1%	1	
Б18	10-R12	С5-14В 0,5 вт 0,27 Ом 5%	1	
Б18	10-R13	ОМЛТ-1-В-18 кОм±10%	1	
Б18	10-R14	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	
Б18	10-R15	ПТМН-0,5-82 кОм±1%	1	
Б18	10-R16	ОМЛТ-0,25-В-100 Ом±10%	1	
Б19	10-R17	ПТМН-0,5-1,5 кОм±1%	1	
Б19	10-R18	СП5-2 680 Ом 10%	1	
Б19	10-R19	ПТМН-0,5-1,5 кОм±1%	1	
Б19	10-R20	С5-14В 0,5 вт 0,27 Ом 5%	1	
Б19	10-R21	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом±10%	1	
Б19	10-R22	ОМЛТ-1-В-18 кОм±10%	1	
Б19	10-R23	ОМЛТ-0,25-В-1 кОм±10%	1	
Б19	10-R24	ПТМН-0,5-330 Ом±1%	1	
Б19	10-R25	ПТМН-0,5-1,5 кОм±1%	1	
Б19	10-R26	СП5-2 680 Ом 10%	1	
Б19	10-R27	ПТМН-0,5-470 Ом±1%	1	

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
		Конденсаторы КМ-4б **Конденсаторы К50-20**		
Б18	10-С1	КМ-4б-Н30-0,033 мкФ	1	
Б18	10-С2	К50-20-160-2	1	
Б18	10-С3	КМ-4б-Н30-0,033 мкФ	1	
Б18	10-С4	К50-20-16-10	1	
Б18	10-С5*	КМ-4б-Н30-0,033 мкФ	1	может отсутствовать
Б19	10-С6	КМ-4б-Н30-0,033 мкФ	1	
		ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ		
Б17	10-Д1, 10-Д2	Д814Г	2	
Б18	10-Д3÷÷10-Д7	Д223А	5	
Б19	10-Д8	2С156А	1	
Б19	10-Д9	Д814А	1	
Б19	10-Д11	Д223А	1	
		ТРАНЗИСТОРЫ		
Б18	10-Т1÷÷10-Т3	П308	3	
Б18	10-Т4÷÷10-Т6	2Т201А	3	
Б19	10-Т7÷÷10-Т10	2Т201А	4	



ДЕЛИТЕЛЬ 1 : 10

Схема электрическая принципиальная И22.727.048 Э3

Делитель 1 : 10. И22.727.048 Э3.

Перечень элементов

Зона	Поз. обозначение	Наименование	К-во	Примечание
	R1	См. таблицу	1	
	C1*	Конденсатор КТ-1-М47-9,1 пФ±5%-3 ГОСТ ВД 7159-70	1	7,5...10 пФ
	Кл	Зажим ЯП4.835.007	1	
	Ш1	Контакт И27.732.079	1	
	Ш2	Корпус ЯП4.106.020	1	
	У1	**Плата ЯП6.672.408**	1	
	R2	Резистор СП4-1в-150 Ом-А	1	
	R3	Резистор СП4-1в-1 кОм-А	1	
	C2	Конденсатор КТ-1-М47-12 пФ±5%-3 ГОСТ ВД 7159-70	1	
	C3	Конденсатор КТ2-19 1,9/15	1	
	L1	Индуктивность И24.775.042-3Сп	1	

* Подбирают при регулировании.

Обозначение	R1	Лит.		
И22.727.048	Резистор КИМ-0,125-9,1 МОм±5% ГОСТ 10686-63			Б
-01	Резистор С3-10а-9,1 МОм±5%-Т		А	

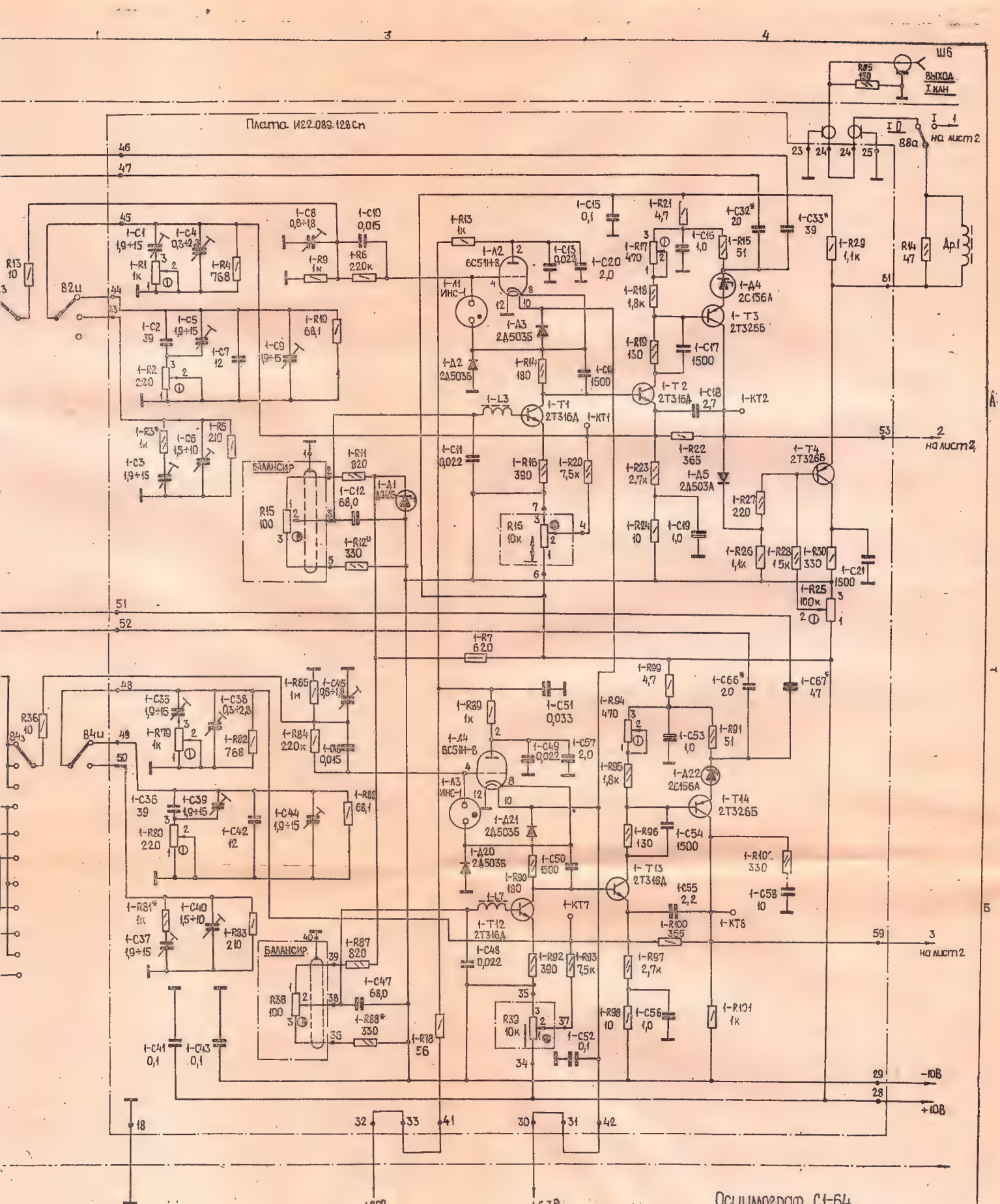
Перечень наименований элементов и обозначений документов, на основании которых применены данные элементы

Наименование элемента	Обозначение документа (ТУ, ОСТ и др.)
РЕЗИСТОРЫ	
СП3-9	ОЖ0.468.012 ТУ
СП5-2	ОЖ0.468.506 ТУ
ОМЛТ, МТ	ОЖ0.467.107 ТУ
ТВО	ОЖ0.467.035 ТУ
КЭВ	ОЖ0.467.077 ТУ
С2-14	ОЖ0.467.036 ТУ
С2-10	ОЖ0.467.072 ТУ
СП4-1	ОЖ0.468.045 ТУ
МТ	ОЖ0.467.108 ТУ
СП5-16ВА	ОЖ0.468.519 ТУ
ПТМН	ОЖ0.467.503 ТУ
С5-14В	ОЖ0.468.542 ТУ
ВС	ОЖ0.467.115 ТУ
СП5-39Б	ОЖ0.468.534 ТУ
ПП3-40	ОЖ0.468.503 ТУ
КОНДЕНСАТОРЫ	
КМ-6	ОЖ0.460.061 ТУ
К53-4	ОЖ0.464.037 ТУ
К15-5	ОЖ0.460.084 ТУ
КВИ-2	ОЖ0.460.029 ТУ
КТ2-19, КТ2-18	ОЮ0.465.000 ТУ
КМ3, КМ-4, КМ-5	ОЖ0.460.043 ТУ
КСОТ	ОЖ0.461.025 ТУ
СГМ3-Б	ОЖ0.461.022 ТУ
ССГ	ОЖ0.461.027 ТУ
К73П-4	ОЖ0.461.036 ТУ
К42У-2	ОЖ0.462.082 ТУ
К53-14	ОЖ0.464.096 ТУ
К50-6	ОЖ0.464.107 ТУ
К50-20	ОЖ0.464.120 ТУ
КТ4-25	ОЖ0.460.135 ТУ
К73-16	ОЖ0.461.108 ТУ
ТРАНЗИСТОРЫ	
П308	ЖК3.365.059 ТУ
2Т602Б	И93.365.000 ТУ
2Т904А	И93.365.008 ТУ
2Т903А	И93.365.004 ТУ
П701А	ЩМ3.365.063 ТУ
2Т316Д	СБ0.336.019 ТУ
2Т326Б	ЩТ0.336.003 ТУ
1Т313В	ЖК3.365.161 ТУ
2Т306В	СБ0.336.015 ТУ
1Т308В	ЖК3.365.120 ТУ
1Т311 Д	ЖК3.365.158 ТУ
2Т312Б	ЖК3.365.143 ТУ
2Т201А	СБ0.336.046 ТУ
2Т325Б	СБ0.336.023 ТУ
МП26А	ПЖ0.336.004ТУ

Наименование элемента	Обозначение документа (ТУ, ОСТ и др.)
ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ	
2С168 А	СМ3.362.805 ТУ
2Д503	ТТ3.362.045 ТУ
Д220	СМ3.362.010 ТУ
2Д202	УЖ3.362.035 ТУ
Д817А	УЖ3.362.027 ТУ
Д818Б	СМ3.362.025 ТУ
2С156А	СМ3.362.805 ТУ
3И306	УЖ3.360.005 ТУ
Д814	СМ3.362.012 ТУ
Д18	ЩТ3.362.002 ТУ
Д237А	ТР3.362.021 ТУ
Д223А	СМ3.362.018 ТУ
2Ц103А	СА3.362.037 ТУ
Лампа СМН9-60-2	ОСТ 160.535.014-80
Индикатор ИНС-1	ЩА3.341.030 ТУ
Лампа 6С51Н-В	ТФ3.300.068 ТУ
Дроссель высокочастотный ДМ	ГИ0.477.005 ТУ Черт. Пе4.777.000Сп
Трубка электронно-лучевая 11ЛО1И	ЯТ3.350.060 ТУ
Переключатель	
ПР3П3НТС, ПР4П2НТС, ПР3П2НТС	ОЮ0.360.056 ТУ
Микротумблер МТ3, МТ1	ОЮ0.360.016 ТУ
Кнопка малогабаритная КМ2-1	ОЮ0.360.011 ТУ
Счетчик времени ЭСВ	ФШ0.281.003 ТУ
Вилка 2РМ14Б4Ш1В1	ГЕ0.364.126 ТУ
Розетка приборная СР-50-73ФВ	ВР0.364.010 ТУ
Вилка кабельная СР-50-74ФВ	ВР0.364.008 ТУ
Переход СР-50-95ФВ	ВР0.364.013ТУ
Переход СР-50-75ФВ	ВР0.364.011ТУ
Плата ПС10-7	НГ0.336.000 ТУ
Плата ПС1	НГ0.336.000 ТУ
Вставка плавкая ВП1	ОЮ0.480.003 ТУ
Сердечник М2000 НМ1-15	ПЯ0.707.091 ТУ
Провод ПЭТВ	МРТУ-2-43-12-61
Магнитопровод ШЛ25×40	ОЮ0.572.001 ТУ
ТЭ7.773.248 Сердечник М1000НН-5	УВ0.707.050 ТУ
УВ7.076.115 Сердечник М1000НН-5	УВ0.707.050 ТУ
2С170А	ХЫ3.369.004 ТУ
2Д102	ТГ3.362.074 ТУ
МИКРОСХЕМЫ	
140УД2	бк0.347.004 ТУ2

По требованиям к электробезопасности прибор удовлетворяет нормам ОСТ4 275.003-77. «Приборы электронные измерительные. Требования электробезопасности. Методы испытания», класс защиты 01.

Зак. 5477.

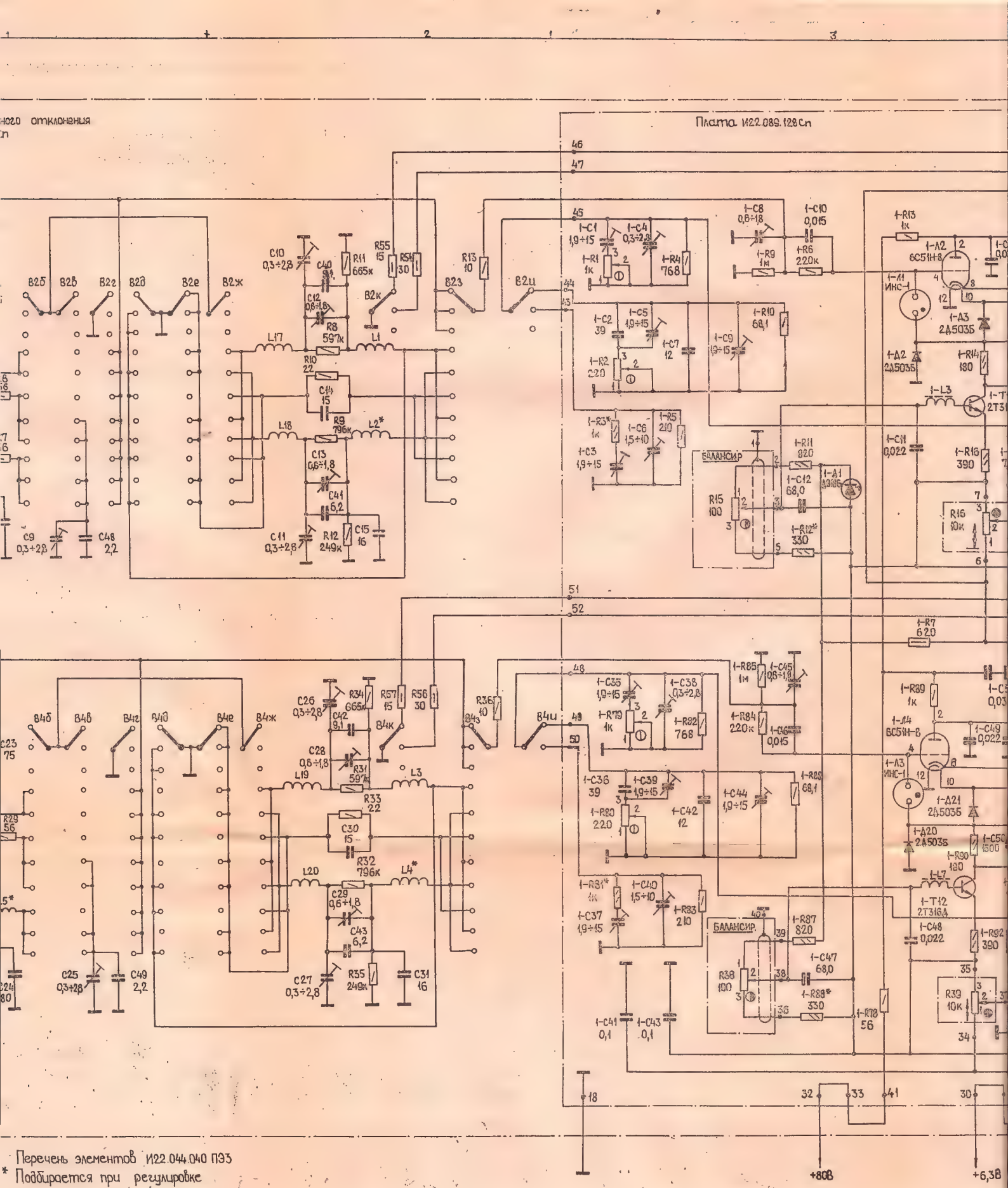


Осциллограф С1-64

Схема электрическая принципиальная

И22.044.040Э3

Лист 1

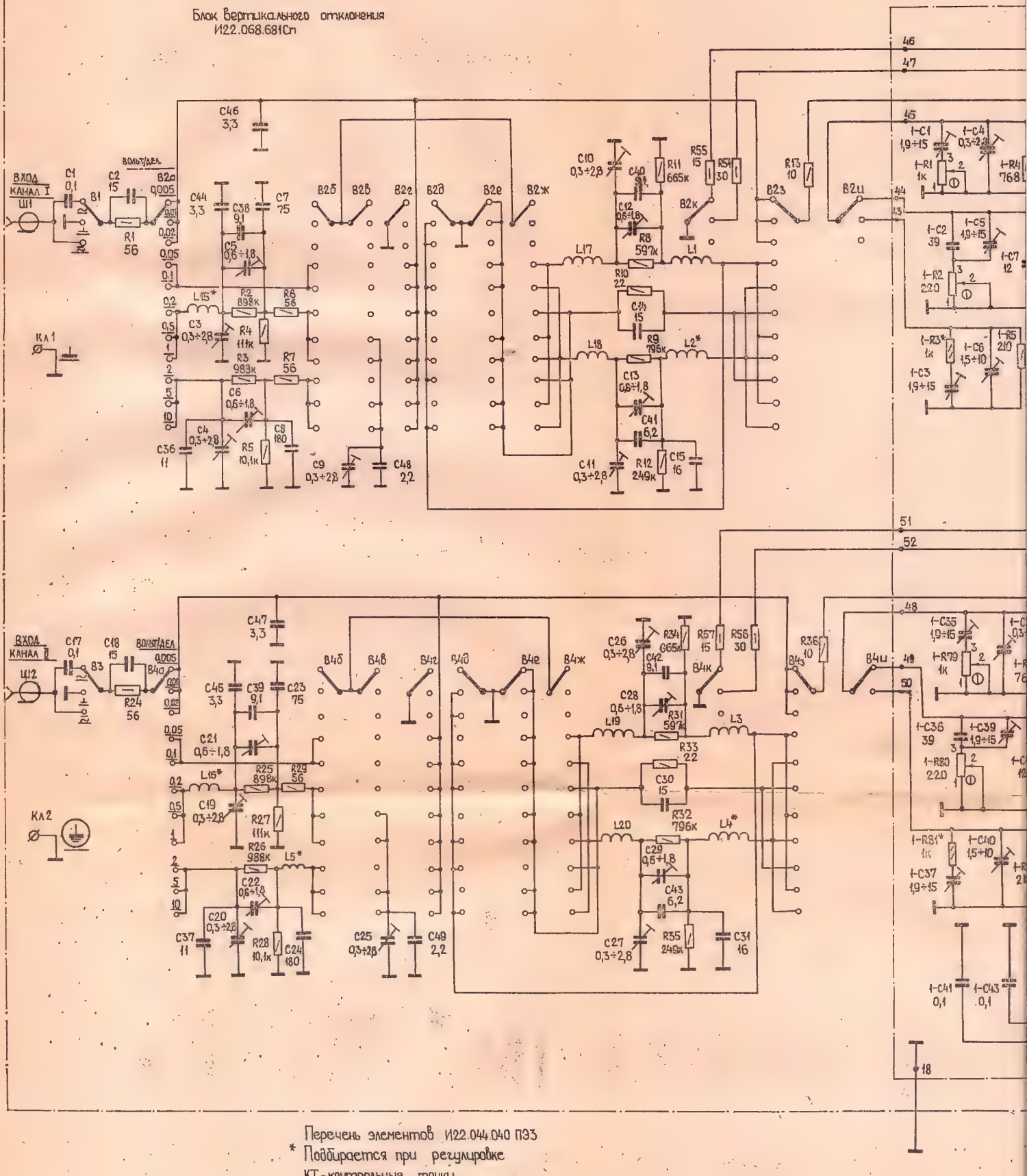


Перечень элементов И22.044.040 ПЭ3

* Подбирается при регулировке

КТ - контрольные точки

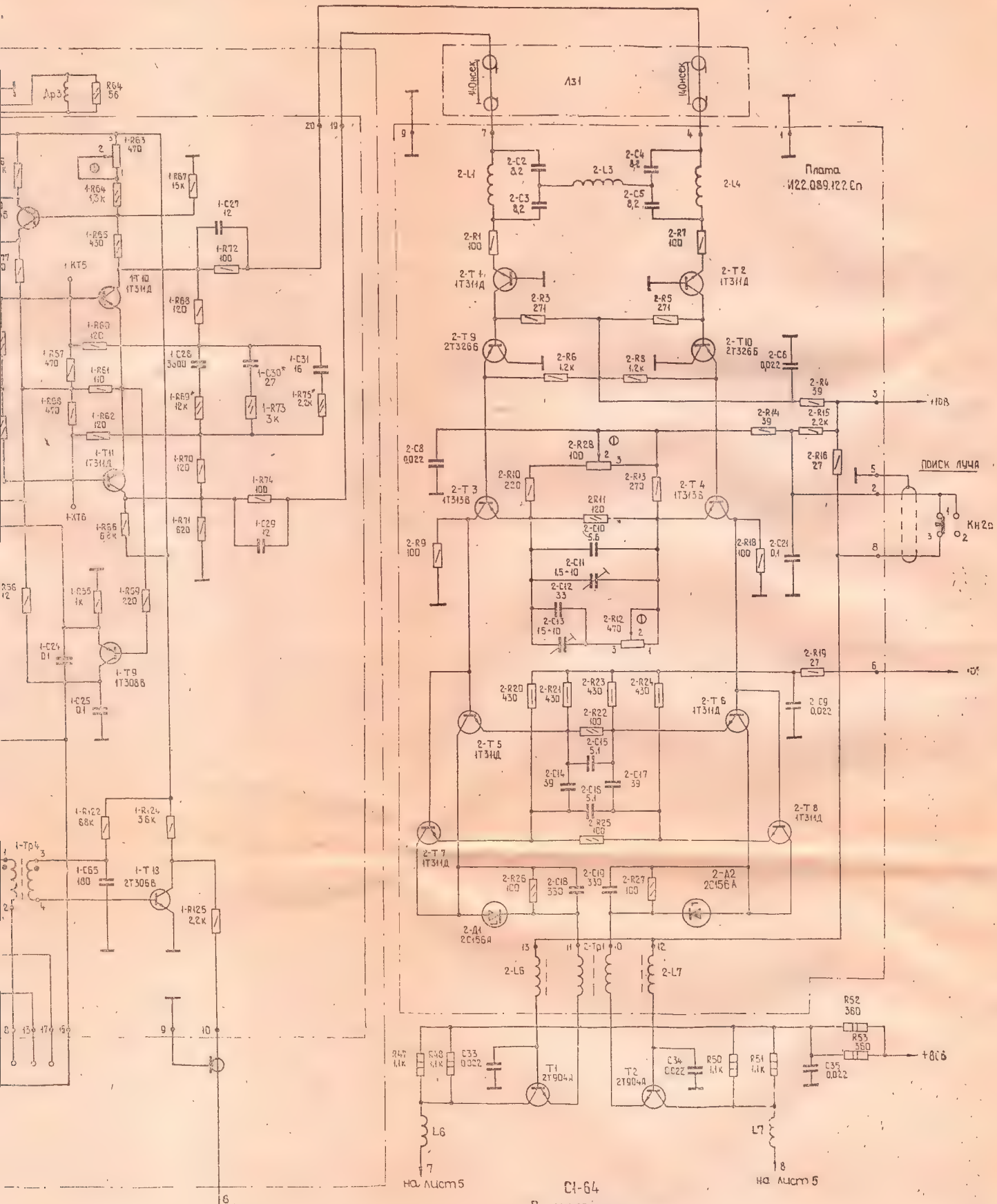
Блок вертикального отклонения
И22.068.681Сп

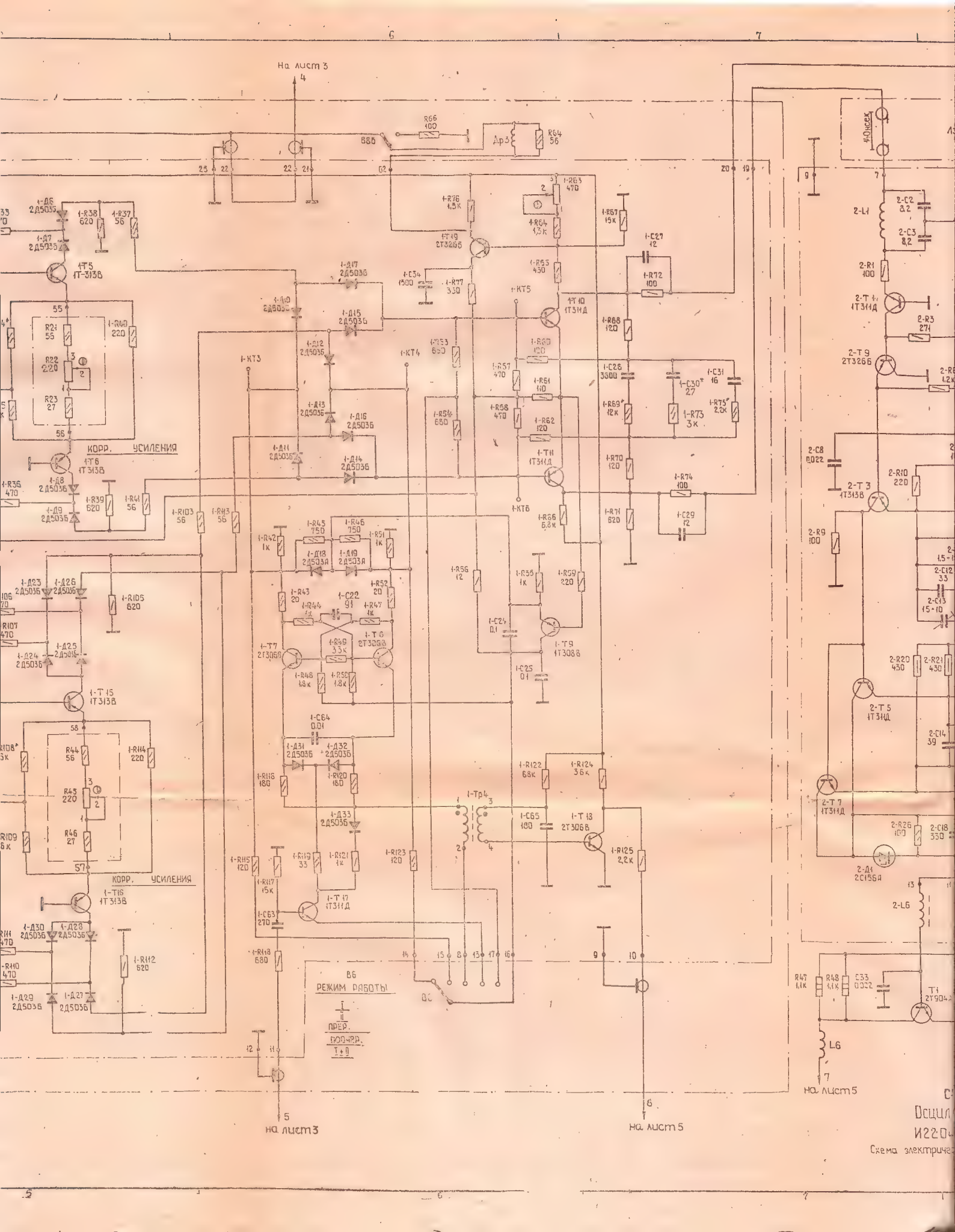


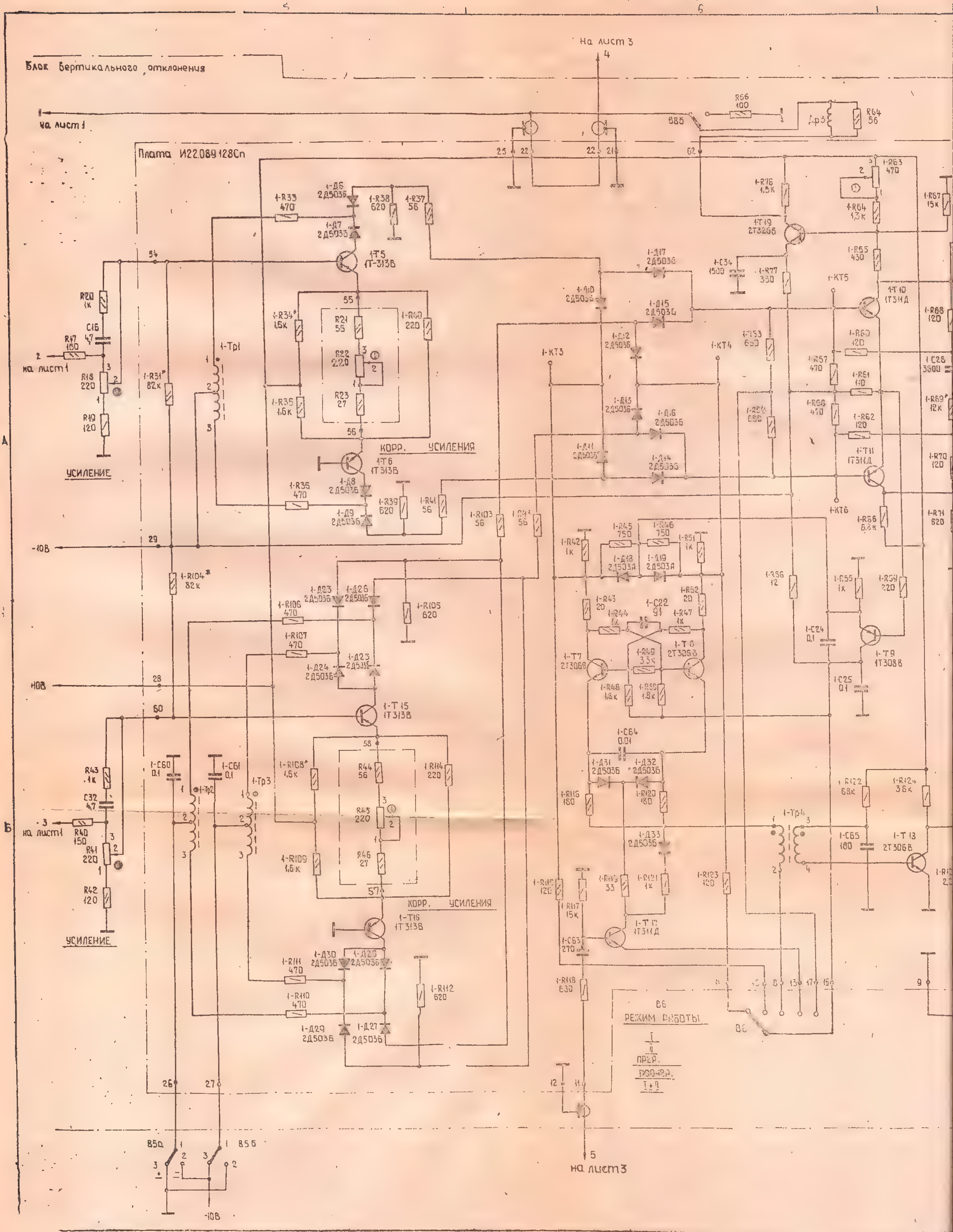
Перечень элементов И22.044.040 ПЭ3

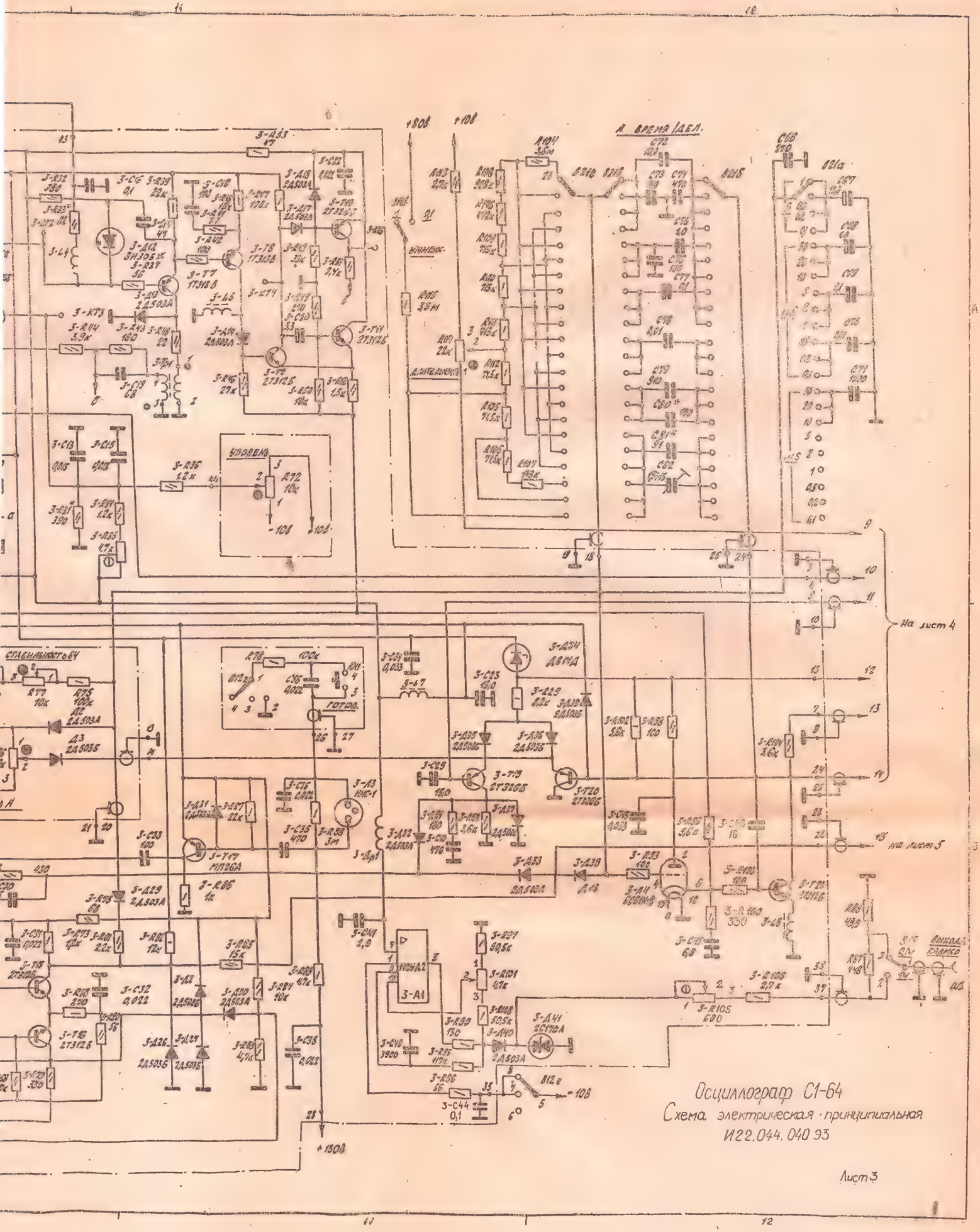
* Подбирается при регулировке

КТ - контрольные точки


Л31
140нсек
140нсек
Плата
И22.089.122.Сп
2-L1
2-L2
2-L3
2-L4
2-C2 8,2
2-C3 8,2
2-C4 8,2
2-C5 8,2
2-R1 100
2-R7 100
2-T1 4Т311Д
2-T2 4Т311Д
2-R3 271
2-R5 271
2-T9 2Т326Б
2-T10 2Т326Б
2-R6 1,2к
2-R8 1,2к
2-C6 0,022
2-R4 39
+10В
2-R14 39
2-R15 2,2к
2-R16 27
2-R28 100
2-C8 0,022
2-R10 220
2-R13 270
2-T3 4Т313Б
2-T4 4Т313Б
2R11 120
2-C10 5,6
2-R9 100
2-R18 100
2-C21 0,1
2-C11 1,5÷10
2-C12 33
2-C13 1,5÷10
2-R12 470
ПОИСК ЛУЧА
Кн2а
2-R19 27
+5В
2-R20 430
2-R21 430
2-R23 430
2-R24 430
2-T6 4Т311Д
2-C9 0,022
2-R22 100
2-T5 4Т311Д
2-C15 5,1
2-C14 39
2-C17 39
2-T8 4Т311Д
2-R25 100
2-T7 4Т311Д
2-R26 100
2-C18 330
2-C19 330
2-R27 100
2-Д2 2С156А
2-Д1 2С156А
2-Тр1
2-L6
2-L7
R52 360
R53 360
+30В
R47 1,1к
R48 1,1к
C33 0,022
T1 2Т904А
T2 2Т904А
C34 0,022
R50 1,1к
R51 1,1к
C35 0,022
L6
L7
на лист 5
на лист 5
1-Др3
R64 56
1-R63 470
1-R67 15к
1-R64 15к
1-C27 12
1-R65 430
1-R72 100
1-КТ5
1-Т10 4Т311Д
1-R68 120
1-R69 120
1-R57 470
1-R61 110
1-C28 3000
1-C30* 27
1-C31 16
1-R58 470
1-R62 120
1-R60* 12к
1-R73 3к
1-R75* 2,2к
1-Т11 4Т311Д
1-R70 120
1-R74 100
1-КТ6
1-R66 6,2к
1-R71 620
1-C29 12
1-R55 1к
1-R59 220
1-C24 0,1
1-Т9 4Т308Б
1-C25 0,1
1-R122 68к
1-R124 36к
1-Тр4
1-C65 100
1-Т13 2Т306Б
1-R125 2,2к
на лист 5
С1-64
Осциллограф
И22.044.04093
Схема электрическая принципиальная
Лист 2

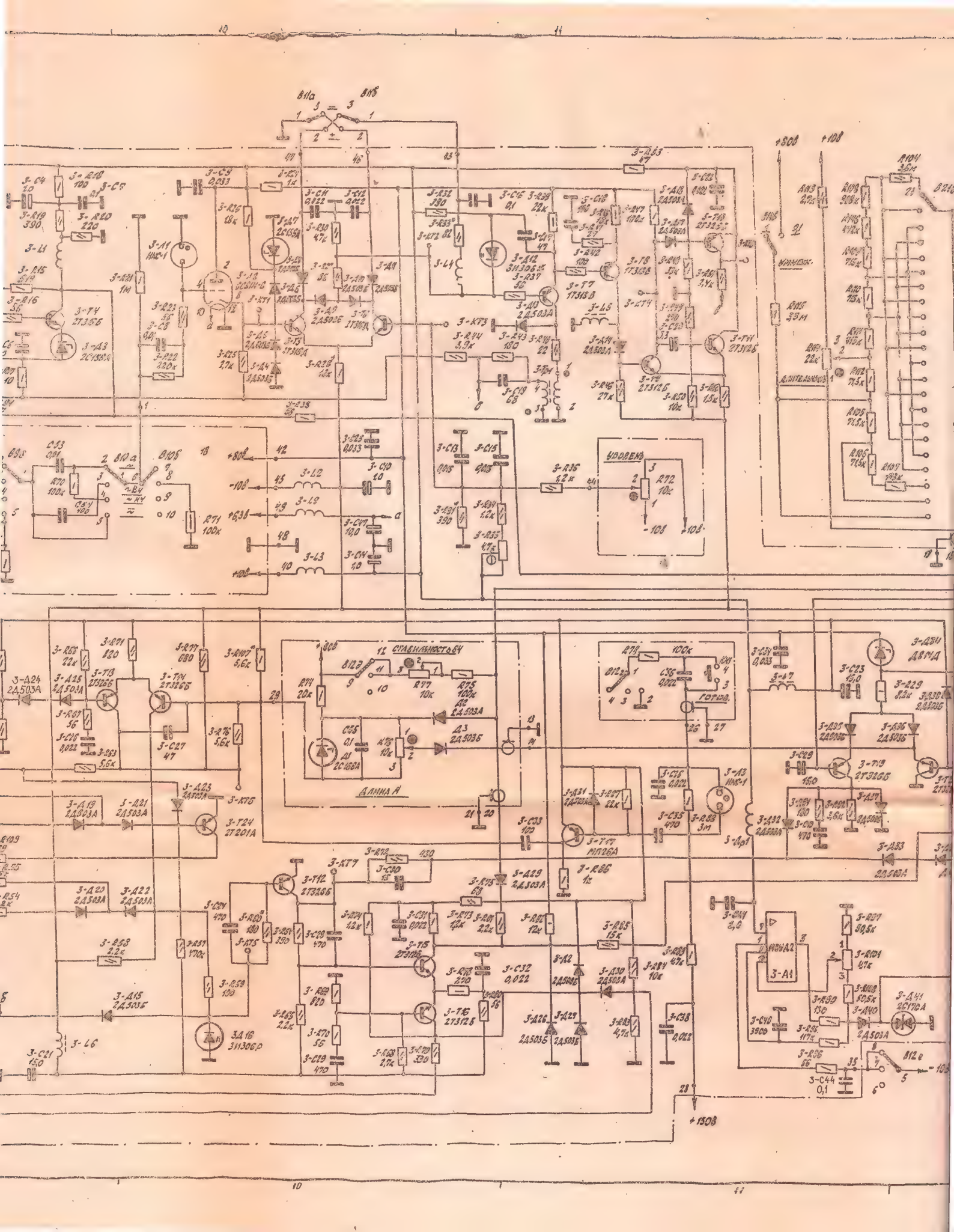

На лист 3
КОРР. УСИЛЕНИЯ
КОРР. УСИЛЕНИЯ
РЕЖИМ РАБОТЫ
ПРЕР.
ПОВТОР.
На лист 3
На лист 5
На лист 5
Осцил
И22-04
Схема электричес


Блок вертикального отклонения
на лист 1
Плата И22.089.128Сп
На лист 3
4
R66
100
В8б
Др3
R64
56
1-Д6
2Д503Б
1-R33
470
1-R38
620
1-R37
56
1-Д7
2Д503Б
1-Т5
1Т313В
54
R20
1к
С16
47
R17
150
2
на лист 1
R18
220
R19
120
УСИЛЕНИЕ
1-R31
82к
1-Тр1
55
1-R34
1,6к
R21
56
1-R40
220
R22
220
R23
27
1-R35
1,6к
56
КОРР. УСИЛЕНИЯ
1-Т6
1Т313В
1-Д8
2Д503Б
1-R36
470
1-Д9
2Д503Б
1-R39
620
1-R41
56
-10В
29
1-R104
82к
1-Д23
2Д503Б
1-Д26
2Д503Б
1-R105
620
1-R106
470
1-R107
470
1-Д24
2Д503Б
1-Д25
2Д503Б
+10В
28
60
1-Т15
1Т313В
58
1-R108
1,6к
R44
56
1-R114
220
R45
220
R46
27
1-R109
1,6к
57
R43
1к
С32
47
3
на лист 1
R40
150
R41
220
R42
120
УСИЛЕНИЕ
1-С60
0,1
1-С61
0,1
1-Тр2
1-Тр3
КОРР. УСИЛЕНИЯ
1-Т16
1Т313В
1-R111
470
1-Д30
2Д503Б
1-Д28
2Д503Б
1-R112
620
1-R110
470
1-Д29
2Д503Б
1-Д27
2Д503Б
26
27
В5а
В5б
-10В
25
22
22
21
62
1-R76
1,5к
1-R63
470
1-R64
1,3к
1-R67
15к
1-Т19
2Т326Б
1-R65
430
1-Д17
2Д503Б
1-С34
1500
1-R77
330
1-КТ5
1-Т10
1Т311Д
1-Д10
2Д503Б
1-Д15
2Д503Б
1-R68
120
1-Д12
2Д503Б
1-КТ3
1-КТ4
1-R53
680
1-R60
120
1-С26
3300
1-R57
470
1-R61
120
1-Д13
2Д503Б
1-Д16
2Д503Б
1-R54
680
1-R58
470
1-R62
120
1-R69
12к
1-Д11
2Д503Б
1-Д14
2Д503Б
1-Т11
1Т311Д
1-R70
120
1-КТ6
1-R103
56
1-R43
56
1-R66
6,8к
1-R71
620
1-R45
750
1-R46
750
1-R42
1к
1-R51
1к
1-Д18
2Д503А
1-Д19
2Д503А
1-R56
12
1-R55
1к
1-R59
220
1-R43
20
1-С22
91
1-R52
20
1-R44
1к
1-R47
1к
1-С24
0,1
1-Т7
2Т306В
1-R49
33к
1-Т8
2Т306В
1-Т9
1Т308В
1-R48
1,8к
1-R50
1,8к
1-С25
0,1
1-С64
0,01
1-Д31
2Д503Б
1-Д32
2Д503Б
1-R122
68к
1-R124
36к
1-R116
180
1-R120
180
1-Тр4
1-Д33
2Д503Б
1-С65
180
1-Т13
2Т306В
1-R115
120
1-R119
33
1-R121
1к
1-R123
120
1-R117
15к
1-Т17
1Т311Д
1-С63
270
1-R118
680
8
13
17
15
9
В6
РЕЖИМ РАБОТЫ
I
II
ПРЕР.
ПООЧЕР.
I+II
12
11
5
на лист 3

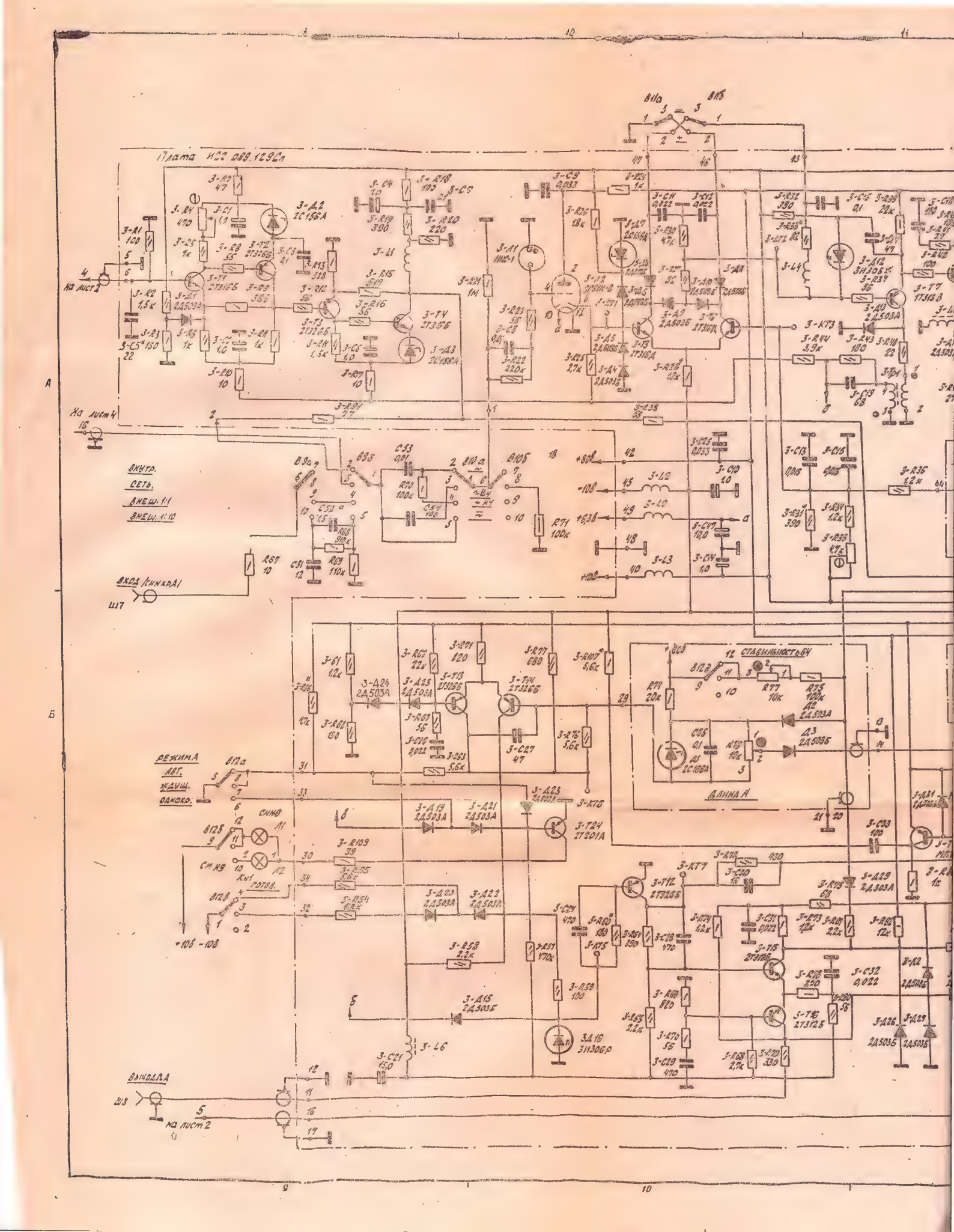


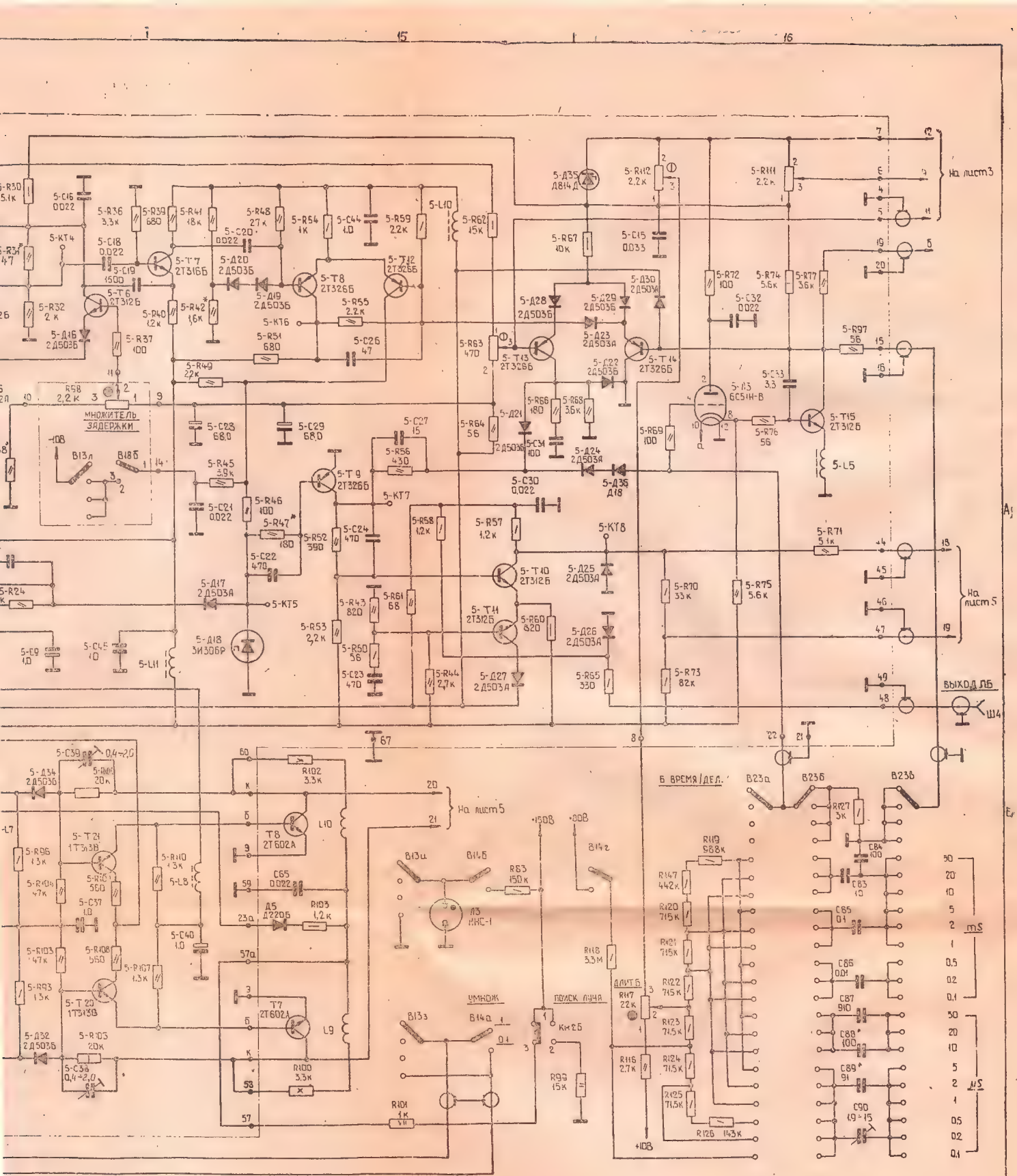
Осциллограф С1-64
Схема электрическая принципиальная
И22.044.040 Э3

Лист 3

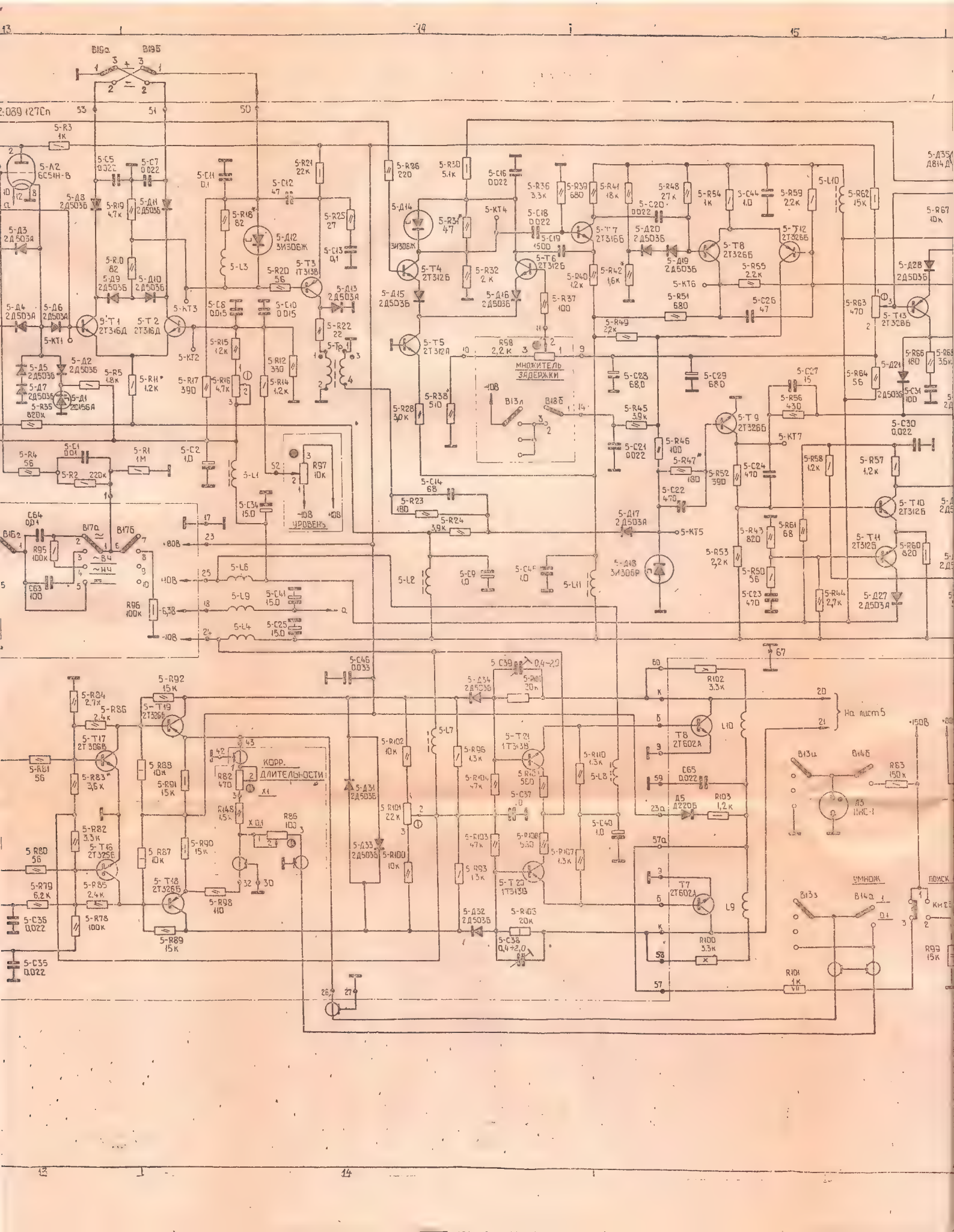


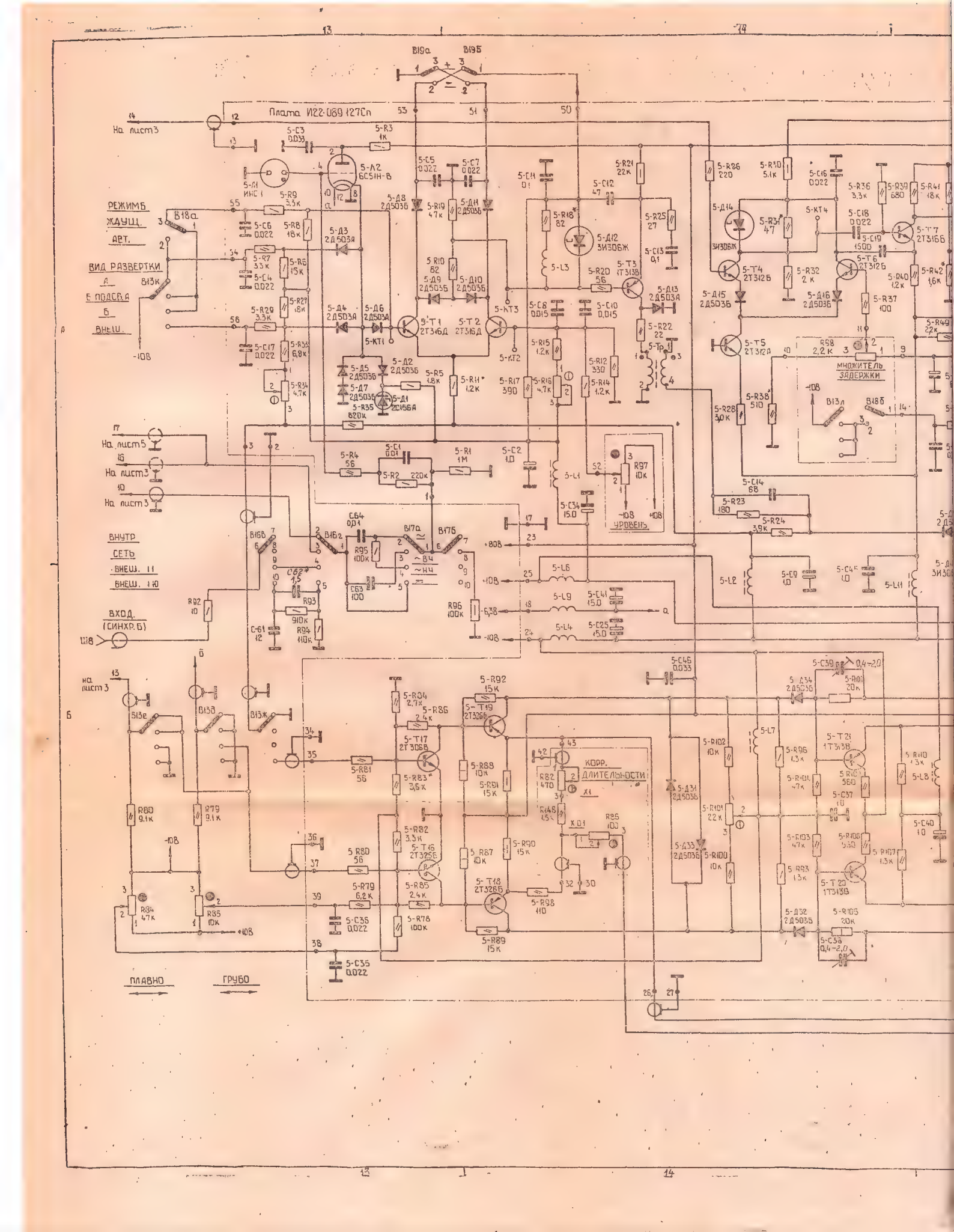
УРОВЕНЬ
СТАБИЛЬНОСТЬ 64
ДЛИНА А
ГОТОВ.
УМНЕЖ.
ДЛИТЕЛЬНОСТЬ
+150В

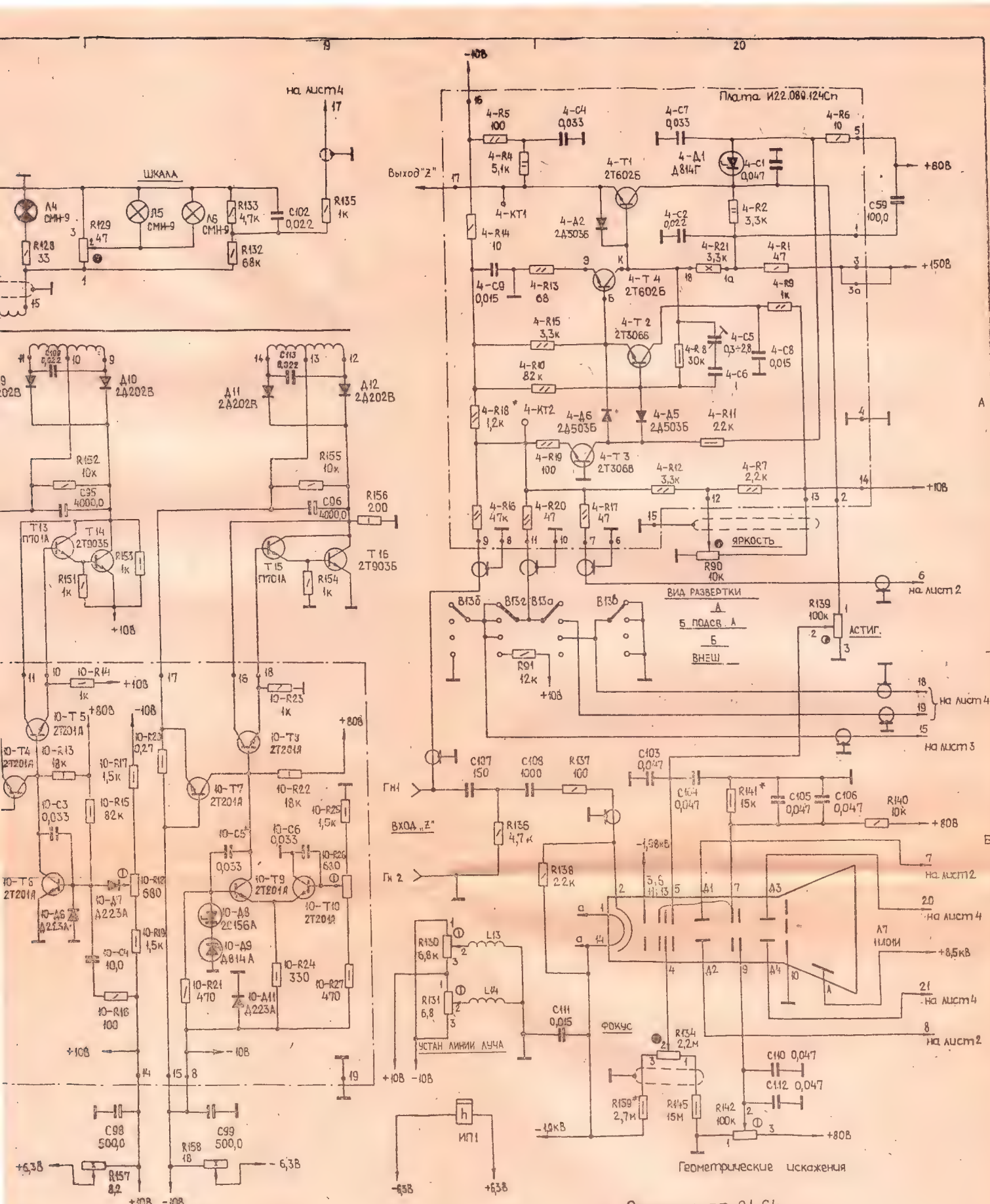

Плата ИС2 089.129Сп
На лист 2
На лист 4
ВНУТР.
СЕТЬ.
ВНЕШ. 1:1
ВНЕШ. 1:10
ВХОД (СИНХРА)
Ш7
РЕЖИМ А
АВТ.
ЖДУЩ.
ОДНОКР.
СТАБИЛЬНОСТЬ 64
ДЛИНА А
ГОТОВ.
ВЫХОД А
Ш3
На лист 2



С1-64
Осциллограф
Схема электрическая
принципиальная
И22.044.040 Э3


МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ
КОРР. ДЛИТЕЛЬНОСТИ
УРОВЕНЬ
УМНОЖ
ПОИСК
На лист5
~Н4
~В4
5-Л2 6С5НН-В
5-Т1 2Т316Д
5-Т2 2Т316Д
5-Т3 1Т313В
5-Д12 ЗИ306Ж
5-Д1 2С166А
5-Т4 2Т312Б
5-Т5 2Т312А
5-Т6 2Т312Б
5-Т7 2Т316Б
5-Т8 2Т326Б
5-Т9 2Т326Б
5-Т10 2Т312Б
5-Т11 2Т312Б
5-Т12 2Т326Б
5-Т13 2Т326Б
5-Т14 2Т326Б
5-Т16 2Т326Б
5-Т17 2Т306Б
5-Т18 2Т326Б
5-Т19 2Т306Б
5-Т21 1Т313В
5-Т23 1Т313В
Т7 2Т602А
Т8 2Т602А
5-Д15 2Д503Б
5-Д16 2Д503Б
5-Д17 2Д503А
5-Д18 ЗИ306Р
5-Д32 2Д503Б
5-Д33 2Д503Б
5-Д34 2Д503Б
Д5 Д220Б
5-КТ1
5-КТ2
5-КТ3
5-КТ4
5-КТ5
5-КТ6
5-КТ7
5-Тр1
S2
R97 10к
R98 2,2к
R82 470
R148 1,5к
R85 100
X0,1
X1
X
R100 3,3к
R101 1к
R102 3,3к
R103 1,2к
R63 150к
R99 15к
C64 0,1
C63 100
R95 100к
R96 100к
C65 0,022
C66 0,1
C67
C68
C69
C70
C71
C72
C73
C74
C75
C76
C77
C78
C79
C80
C81
C82
C83
C84
C85
C86
C87
C88
C89
C90
C91
C92
C93
C94
C95
C96
C97
C98
C99
C100
C101
C102
C103
C104
C105
C106
C107
C108
C109
C110
C111
C112
C113
C114
C115
C116
C117
C118
C119
C120
C121
C122
C123
C124
C125
C126
C127
C128
C129
C130
C131
C132
C133
C134
C135
C136
C137
C138
C139
C140
C141
C142
C143
C144
C145
C146
C147
C148
C149
C150
C151
C152
C153
C154
C155
C156
C157
C158
C159
C160
C161
C162
C163
C164
C165
C166
C167
C168
C169
C170
C171
C172
C173
C174
C175
C176
C177
C178
C179
C180
C181
C182
C183
C184
C185
C186
C187
C188
C189
C190
C191
C192
C193
C194
C195
C196
C197
C198
C199
C200
C201
C202
C203
C204
C205
C206
C207
C208
C209
C210
C211
C212
C213
C214
C215
C216
C217
C218
C219
C220
C221
C222
C223
C224
C225
C226
C227
C228
C229
C230
C231
C232
C233
C234
C235
C236
C237
C238
C239
C240
C241
C242
C243
C244
C245
C246
C247
C248
C249
C250
C251
C252
C253
C254
C255
C256
C257
C258
C259
C260
C261
C262
C263
C264
C265
C266
C267
C268
C269
C270
C271
C272
C273
C274
C275
C276
C277
C278
C279
C280
C281
C282
C283
C284
C285
C286
C287
C288
C289
C290
C291
C292
C293
C294
C295
C296
C297
C298
C299
C300
C301
C302
C303
C304
C305
C306
C307
C308
C309
C310
C311
C312
C313
C314
C315
C316
C317
C318
C319
C320
C321
C322
C323
C324
C325
C326
C327
C328
C329
C330
C331
C332
C333
C334
C335
C336
C337
C338
C339
C340
C341
C342
C343
C344
C345
C346
C347
C348
C349
C350
C351
C352
C353
C354
C355
C356
C357
C358
C359
C360
C361
C362
C363
C364
C365
C366
C367
C368
C369
C370
C371
C372
C373
C374
C375
C376
C377
C378
C379
C380
C381
C382
C383
C384
C385
C386
C387
C388
C389
C390
C391
C392
C393
C394
C395
C396
C397
C398
C399
C400
C401
C402
C403
C404
C405
C406
C407
C408
C409
C410
C411
C412
C413
C414
C415
C416
C417
C418
C419
C420
C421
C422
C423
C424
C425
C426
C427
C428
C429
C430
C431
C432
C433
C434
C435
C436
C437
C438
C439
C440
C441
C442
C443
C444
C445
C446
C447
C448
C449
C450
C451
C452
C453
C454
C455
C456
C457
C458
C459
C460
C461
C462
C463
C464
C465
C466
C467
C468
C469
C470
C471
C472
C473
C474
C475
C476
C477
C478
C479
C480
C481
C482
C483
C484
C485
C486
C487
C488
C489
C490
C491
C492
C493
C494
C495
C496
C497
C498
C499
C500
C501
C502
C503
C504
C505
C506
C507
C508
C509
C510
C511
C512
C513
C514
C515
C516
C517
C518
C519
C520
C521
C522
C523
C524
C525
C526
C527
C528
C529
C530
C531
C532
C533
C534
C535
C536
C537
C538
C539
C540
C541
C542
C543
C544
C545
C546
C547
C548
C549
C550
C551
C552
C553
C554
C555
C556
C557
C558
C559
C560
C561
C562
C563
C564
C565
C566
C567
C568
C569
C570
C571
C572
C573
C574
C575
C576
C577
C578
C579
C580
C581
C582
C583
C584
C585
C586
C587
C588
C589
C590
C591
C592
C593
C594
C595
C596
C597
C598
C599
C600
C601
C602
C603
C604
C605
C606
C607
C608
C609
C610
C611
C612
C613
C614
C615
C616
C617
C618
C619
C620
C621
C622
C623
C624
C625
C626
C627
C628
C629
C630
C631
C632
C633
C634
C635
C636
C637
C638
C639
C640
C641
C642
C643
C644
C645
C646
C647
C648
C649
C650
C651
C652
C653
C654
C655
C656
C657
C658
C659
C660
C661
C662
C663
C664
C665
C666
C667
C668
C669
C670
C671
C672
C673
C674
C675
C676
C677
C678
C679
C680
C681
C682
C683
C684
C685
C686
C687
C688
C689
C690
C691
C692
C693
C694
C695
C696
C697
C698
C699
C700
C701
C702
C703
C704
C705
C706
C707
C708
C709
C710
C711
C712
C713
C714
C715
C716
C717
C718
C719
C720
C721
C722
C723
C724
C725
C726
C727
C728
C729
C730
C731
C732
C733
C734
C735
C736
C737
C738
C739
C740
C741
C742
C743
C744
C745
C746
C747
C748
C749
C750
C751
C752
C753
C754
C755
C756
C757
C758
C759
C760
C761
C762
C763
C764
C765
C766
C767
C768
C769
C770
C771
C772
C773
C774
C775
C776
C777
C778
C779
C780
C781
C782
C783
C784
C785
C786
C787
C788
C789
C790
C791
C792
C793
C794
C795
C796
C797
C798
C799
C800
C801
C802
C803
C804
C805
C806
C807
C808
C809
C810
C811
C812
C813
C814
C815
C816
C817
C818
C819
C820
C821
C822
C823
C824
C825
C826
C827
C828
C829
C830
C831
C832
C833
C834
C835
C836
C837
C838
C839
C840
C841
C842
C843
C844
C845
C846
C847
C848
C849
C850
C851
C852
C853
C854
C855
C856
C857
C858
C859
C860
C861
C862
C863
C864
C865
C866
C867
C868
C869
C870
C871
C872
C873
C874
C875
C876
C877
C878
C879
C880
C881
C882
C883
C884
C885
C886
C887
C888
C889
C890
C891
C892
C893
C894
C895
C896
C897
C898
C899
C900
C901
C902
C903
C904
C905
C906
C907
C908
C909
C910
C911
C912
C913
C914
C915
C916
C917
C918
C919
C920
C921
C922
C923
C924
C925
C926
C927
C928
C929
C930
C931
C932
C933
C934
C935
C936
C937
C938
C939
C940
C941
C942
C943
C944
C945
C946
C947
C948
C949
C950
C951
C952
C953
C954
C955
C956
C957
C958
C959
C960
C961
C962
C963
C964
C965
C966
C967
C968
C969
C970
C971
C972
C973
C974
C975
C976
C977
C978
C979
C980
C981
C982
C983
C984
C985
C986
C987
C988
C989
C990
C991
C992
C993
C994
C995
C996
C997
C998
C999
C1000

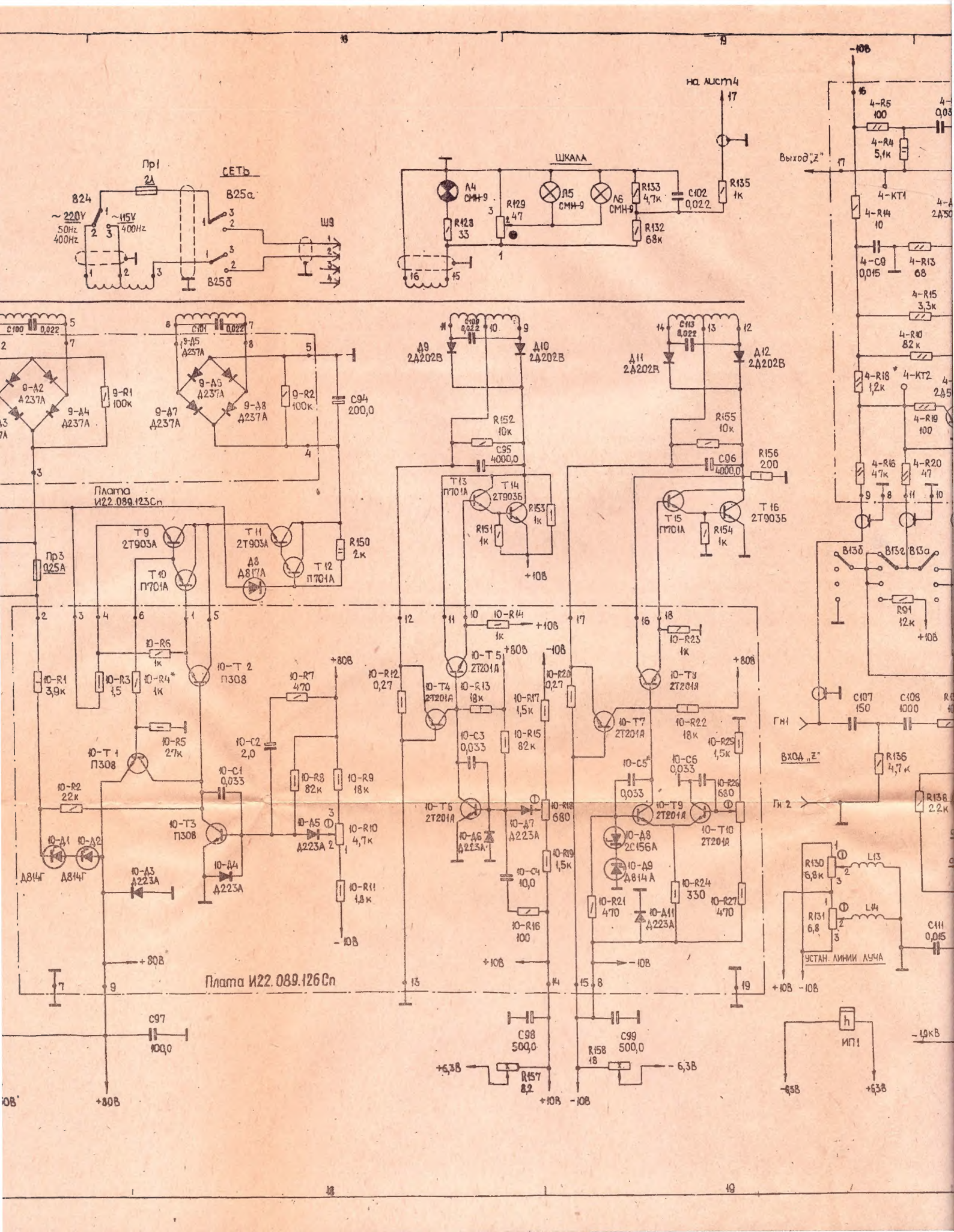

Плата И22-089 127Сп
На лист3
На лист5
На лист3
На лист3
На лист3
РЕЖИМ Б
ЖДУЩ.
АВТ.
ВИД РАЗВЕРТКИ
А
Б ПОДСВ А
Б
ВНЕШ.
ВНУТР
СЕТЬ
ВНЕШ. 1
ВНЕШ. 10
ВХОД
(СИНХР Б)
ПЛАВНО
ГРУБО
КОРР. ДЛИТЕЛЬНОСТИ
МНОЖИТЕЛЬ ЗАДЕРЖКИ
УРОВЕНЬ
5-Л2 6С51Н-В
5-Т1 2Т316Д
5-Т2 2Т316Д
5-КТ3
5-Д1 2С156А
5-Д12 ЗИ306Ж
5-Д14 ЗИ306Ж
5-КТ4
5-Т3 1Т313Б
5-Т4 2Т312Б
5-Т5 2Т312А
5-Т6 2Т312Б
5-Т7 2Т316Б
5-Т16 2Т325Е
5-Т17 2Т306Б
5-Т18 2Т326Б
5-Т19 2Т306Б
5-Т20 1Т313Б
5-Т21 1Т313Б
5-Тр1
5-Д1 2Д503Б
5-Д2 2Д503Б
5-Д3 2Д503А
5-Д4 2Д503А
5-Д5 2Д503Б
5-Д6 2Д503А
5-Д7 2Д503Б
5-Д8 2Д503Б
5-Д9 2Д503Б
5-Д10 2Д503Б
5-Д13 2Д503А
5-Д15 2Д503Б
5-Д16 2Д503Б
5-Д31 2Д503Б
5-Д32 2Д503Б
5-Д33 2Д503Б
5-Д34 2Д503Б
5-Л1 ИНС1
5-L1
5-L2
5-L3
5-L4
5-L6
5-L7
5-L8
5-L9
5-R1 1М
5-R2 220к
5-R3 1К
5-R4 56
5-R5 1,8к
5-R6 15к
5-R7 3,3к
5-R8 18к
5-R9 3,3к
5-R10 82
5-R11 1,2к
5-R12 330
5-R13 1,2к
5-R14 1,2к
5-R15 1,2к
5-R16 4,7к
5-R17 390
5-R18 82
5-R19 4,7к
5-R20 56
5-R21 22к
5-R22 22
5-R23 180
5-R24 3,9к
5-R25 27
5-R26 220
5-R27 5,1к
5-R28 3,0к
5-R29 18к
5-R30 5,1к
5-R31 47
5-R32 2к
5-R33 3,3к
5-R34 4,7к
5-R35 820к
5-R36 3,3к
5-R37 100
5-R38 510
5-R39 680
5-R40 1,2к
5-R41 18к
5-R42 1,6к
5-R43 22к
5-R44 2,2к
5-R45 3,0к
5-R46 1,5к
5-R47 100
5-R48 1,5к
5-R49 22к
5-R78 100к
5-R79 6,2к
5-R80 56
5-R81 56
5-R82 3,3к
5-R83 3,6к
5-R84 47к
5-R85 10к
5-R86 2,4к
5-R87 10к
5-R88 10к
5-R89 15к
5-R90 15к
5-R91 15к
5-R92 15к
5-R93 1,3к
5-R94 2,7к
5-R95 100к
5-R96 1,3к
5-R97 10к
5-R98 110
5-R99 20к
5-R100 10к
5-R101 2,2к
5-R102 10к
5-R103 20к
5-R104 4,7к
5-R105 560
5-R106 560
5-R107 1,3к
5-R108 560
5-C1 0,01
5-C2 1,0
5-C3 0,033
5-C4 0,022
5-C5 0,022
5-C6 0,022
5-C7 0,022
5-C8 0,015
5-C9 1,0
5-C10 0,015
5-C11 0,1
5-C12 47
5-C13 0,1
5-C14 68
5-C15 1500
5-C16 0,022
5-C17 0,022
5-C18 0,022
5-C19 1500
5-C25 15,0
5-C34 15,0
5-C35 0,022
5-C36 0,022
5-C37 10
5-C38 0,4-2,0
5-C39 0,4-2,0
5-C40 10
5-C41 15,0
5-C45 1,0
5-C46 0,033
С62 15
С63 100
С64 0,1
С-61 12
R92 10
R93 910к
R94 110к
R95 100к
R96 100к
R97 10к
R98 2,2к
R80 9,1к
R79 9,1к
R84 47к
R85 10к
R82 470
R48 1,5к
R85 100
X1
X0,1
+808
+108
-108
-6,38
В13а
В13б
В13в
В13е
В13ж
В16а
В16б
В16г
В17а
В17б
В18а
В18б
В19а
В19б
В13к
В13л
~В4
~Н4
Ш8

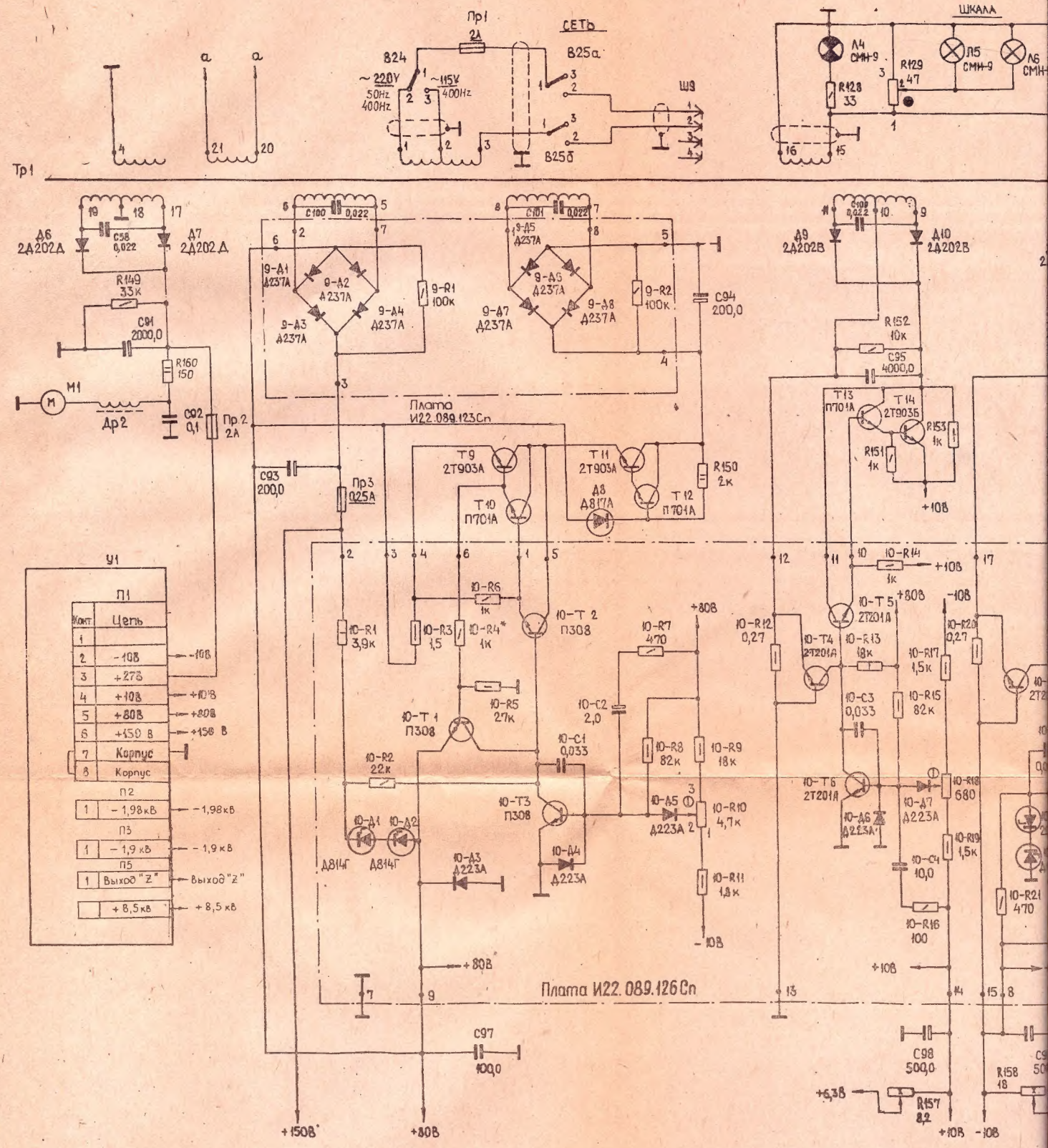


Осциллограф С1-64

Схема электрическая принципиальная

И22.044.04033


Пр1
2А
СЕТЬ
В25а
В24
~220V
50Hz
400Hz
~115V
400Hz
В25б
Ш9
ШКАЛА
Л4 СМН-9
Л5 СМН-9
Л6 СМН-9
R129 47
R128 33
R133 4,7к
R132 68к
С102 0,022
R135 1к
На лист4
Выход "Z"
4-R5 100
4-R4 5,1к
4-КТ1
4-R14 10
4-С9 0,015
4-R13 68
4-R15 3,3к
4-R10 82к
4-R18 1,2к
4-КТ2
4-R19 100
4-R16 47к
4-R20 47
В13б
В13в
В13а
R91 12к
+10В
-10В
9-А2 А237А
9-А4 А237А
9-R1 100к
9-А5 А237А
9-А6 А237А
9-А7 А237А
9-А8 А237А
9-R2 100к
С94 200,0
С100 0,022
С101 0,022
Плата И22.089.123Сп
Пр3 025А
Т9 2Т903А
Т10 П701А
Т11 2Т903А
Т12 П701А
А8 А817А
R150 2к
Д9 2Д202В
Д10 2Д202В
Д11 2Д202В
Д12 2Д202В
С108 0,022
С113 0,022
R152 10к
С95 4000,0
Т13 П701А
Т14 2Т903Б
R153 1к
R151 1к
R155 10к
С96 4000,0
R156 200
Т15 П701А
Т16 2Т903Б
R154 1к
10-R6 1к
10-R1 3,9к
10-R3 1,5
10-R4* 1к
10-Т2 П308
10-R5 2,7к
10-Т1 П308
10-R2 2,2к
10-С1 0,033
10-Т3 П308
10-Д1 Д814Г
10-Д2 Д814Г
10-Д3 А223А
10-Д4 Д223А
10-С2 2,0
10-R7 470
10-R8 82к
10-R9 18к
10-Д5 Д223А
10-R10 4,7к
10-R11 1,8к
10-R14 1к
10-Т5 2Т201А
10-Т4 2Т201А
10-R12 0,27
10-R13 18к
10-С3 0,033
10-R15 82к
10-Т6 2Т201А
10-Д6 Д223А
10-Д7 Д223А
10-R18 680
10-R17 1,5к
10-С4 10,0
10-R16 100
10-R19 1,5к
10-R23 1к
10-Т8 2Т201А
10-R20 0,27
10-Т7 2Т201А
10-R22 18к
10-С5* 0,033
10-С6 0,033
10-R25 1,5к
10-R26 680
10-Т9 2Т201А
10-Т10 2Т201А
10-Д8 2С156А
10-Д9 Д814А
10-Д11 Д223А
10-R21 470
10-R24 330
10-R27 470
Плата И22.089.126Сп
С97 100,0
С98 500,0
С99 500,0
R158 18
R157 8,2
+6,3В
-6,3В
ГН1
ГН2
ВХОД „Z"
С107 150
С108 1000
R136 4,7к
R138 2,2к
R130 6,8к
L13
R131 6,8
L14
УСТАН. ЛИНИИ ЛУЧА
С111 0,015
ИП1
-1,9кВ


Пр1
2А
СЕТЬ
824
825а
~220V
50Hz
400Hz
~115V
400Hz
Ш9
825б
ШКАЛА
А4 СМН-9
Л5 СМН-9
А6 СМН-9
R129 47
R128 33
Тр1
Д6 2Д202Д
Д7 2Д202Д
Д9 2Д202В
Д10 2Д202В
R149 33к
С91 2000,0
R160 150
М1
Др2
С92 0,1
Пр2 2А
С93 200,0
Пр3 0,25А
Плата И22.089.123Сп
9-А1 А237А
9-А2 А237А
9-А3 А237А
9-А4 А237А
9-А5 А237А
9-А6 А237А
9-А7 А237А
9-А8 А237А
9-R1 100к
9-R2 100к
С94 200,0
Т9 2Т903А
Т10 П701А
Т11 2Т903А
Т12 П701А
А8 А817А
R150 2к
R152 10к
С95 4000,0
Т13 П701А
Т14 2Т9035
R153 1к
R151 1к
+10В
У1
П1
Конт
Цепь
-10В
+27В
+10В
+80В
+150 В
Корпус
П2
-1,98кВ
П3
-1,9 кВ
П5
Выход "Z"
+8,5 кВ
10-R6 1к
10-R1 3,9к
10-R3 1,5
10-R4* 1к
10-Т 2 П308
10-R5 27к
10-Т 1 П308
10-R2 22к
10-С1 0,033
10-Т3 П308
10-Д1 Д814Г
10-Д2 Д814Г
10-Д3 А223А
10-Д4 А223А
10-R7 470
10-С2 2,0
10-R8 82к
10-R9 18к
10-Д5 А223А
10-R10 4,7к
10-R11 1,8к
+80В
-10В
Плата И22.089.126Сп
10-R14 1к
10-Т 5 2Т201А
10-Т4 2Т201А
10-R12 0,27
10-R13 18к
10-R17 1,5к
10-R20 0,27
10-С3 0,033
10-R15 82к
10-Т6 2Т201А
10-Д6 А223А
10-Д7 А223А
10-R18 680
10-R19 1,5к
10-С4 10,0
10-R16 100
10-R21 470
С97 100,0
С98 500,0
+6,3В
R157 8,2
R158 18
+150В
+80В
+10В
-10В

C1-64

1984